

Betydelsen av grönstruktur inom dagvattenhantering

– En fallstudie av Kulltorp, Kristianstads kommun

Sofie Balke

Självständigt arbete • 30 hp
Hållbar stadsutveckling, ledning, organisering och
förvaltning - masterprogram
Alnarp 2019



**Betydelsen av grönstruktur inom dagvattenhantering -
En fallstudie av Kulltorp, Kristianstads kommun**

The importance of green structure in stormwater management –
A casestudy of Kulltorp, Kristianstad

Sofie Balke

Handledare: Christine Haaland, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Biträdande handledare: Kent Fridell, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Ann-Mari Fransson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Biträdande examinator: Anna Peterson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Självständigt arbete i hållbar stadsutveckling

Kurskod: EX0859

Program/utbildning: Hållbar stadsutveckling, ledning, organisering och förvaltning - masterprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Sofie Balke

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: grönblå infrastruktur, dagvattenhantering, systemlösning

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Denna uppsats har skrivits under sista terminen på masterprogrammet Hållbar stadsutveckling - ledning, organisering och förvaltning, Under arbetet med denna uppsats har jag fått en ovärderlig kunskap kring hur man praktiskt kan arbeta med grönbå infrastruktur och vilka utmaningar som man kan stöta på.

Jag vill först och främst tacka min handledare *Christine Haaland* för hennes fantastiska stöd under arbetet med uppsatsen. Jag vill även tacka min biträdande handledare *Kent Fridell* samt *Malin Åberg* på Kristianstads kommun som har varit till stor hjälp. Slutligen vill jag tacka mina vänner och familj för alla genomläsningar och allt stöd under denna upplevelse.

Sofie Balke

Malmö, 2019-05-16

Sammanfattning

Klimatförändringarna kommer att resultera i flera utmaningar för framtidens stadsutveckling. En stor del av den befintliga infrastrukturen har utformats under flera årtionden där behoven skiljde sig stort från de som påverkar stadsutvecklingen idag. De traditionella dagvattenhanteringssystem som historiskt har använts för att underjordiskt transportera bort dagvatten har flera gånger inte haft kapacitet att hantera de kraftiga regnmängder som faller mer frekvent till följd av klimatförändringarna, vilket resulterar i urbana översvämningar. Intresset har därför ökat nationellt såväl som internationellt för *nature-based solutions* och grönblå infrastruktur som använder grönstruktur för att fördröja dagvatten. De åtgärder som använder grönblå infrastruktur har ofta flera användningsområden utöver dagvattenhantering samt resulterar i flera ekosystemtjänster som främjar de som är boende och verkar inom staden. Genom att använda en kombination av en litteraturstudie och en fallstudie har uppsatsen studerat hur användningen av systemlösningar med öppna dagvattenhanteringsåtgärder som har möjligt att hantera stora vattenmängder kan främjas. Fyra goda exempel från Sverige och Danmark utgjorde grunden för ett lösningsförslag för området Kulltorp i Kristianstad som har haft problem med översvämningar. Lösningsförslaget har främst studerat om det är möjligt att implementera flera mindre åtgärder i Kulltorp för att skapa en systemlösning och kunde genom en fallstudie identifiera tre lämpliga områden där dagvatten kan fördröjas.

Abstract

Climate change will result in several challenges for the future urban development. A large part of the existing infrastructure has historically been designed for several decades where the needs differ greatly from those that affect urban development today. The traditional stormwater management systems that have historically been used to transport stormwater underground have on several occasions not had the capacity to handle the heavy rainfalls that fall more frequently as a result of climate change, which causes urban flooding. Interest has therefore increased nationally as well as internationally for nature-based solutions and green-blue infrastructure that use green structure to delay stormwater, the measures that are used in green-blue infrastructure often have several areas of use in addition to stormwater management and result in several ecosystem services that benefits those who are residents and operate within the city. By using a combination of a literature study and a case study, this paper has studied how you can promote the use of open stormwater management systems that can handle large amounts of water as a result of heavy rain. Four good examples from Sweden and Denmark formed the basis for a solution proposal in the area Kulltorp which is located in Kristianstad and have had problems with floods. The solution proposal has mainly studied whether it is possible to implement several smaller measures in Kulltorp to create a system solution and, through a case study, identify three suitable areas where stormwater can be delayed.

1. Inledning

1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Begreppbeskrivning.....	10
1.3 Syfte & Mål	11
1.4 Frågeställningar.....	12
1.5 Avgränsning	12

2. Metod

2.1 Litteraturstudie.....	14
2.2 Val av goda exempel.....	15
2.3 Fallstudie.....	16

3. Grönstruktur inom dagvattenhantering

3.1 Samverkan mellan grönstruktur och dagvattenhantering.....	19
3.2 Grönblå infrastruktur.....	20
3.3. Positiva effekter till följd av att inkludera grönstruktur i den urbana miljön	23

4. Goda exempel

4.1. Augustenborg, Malmö (Sverige).....	26
4.2. Rosendal, Uppsala (Sverige).....	30
4.3. Rabalderparken, Roskilde (Danmark).....	32
4.4. Tåsinge plads, Köpenhamn (Danmark).....	34

5. Lösningsförslag för hantering av kraftiga regn i Kulltorp (Kristianstads kommun)

5.1 Kristianstads kommun.....	38
5.2 Platsanalys, Kulltorp.....	40
5.3 Analys av lämpliga åtgärder för Kulltorp.....	42

6. Diskussion och Reflektion

6.1 Diskussion.....	50
6.2 Reflektion av metod och arbetsprocess.....	55
6.3 Slutsats.....	56
Referenser.....	57

1

Inledning

1.1 Bakgrund

Effekterna av klimatförändringarna kommer att bli mer frekventa globalt i framtiden däribland en ökad mängd regn eftersom ett varmare klimat ökar mängden vatten som samlas i luften (Arheimer & Lindström, 2014). Effekterna innebär att vår stadsutveckling måste anpassas för att hantera de konsekvenser som det förändrade klimatet kommer att resultera i. Eftersom klimatfrågan är en global, nationell, regional och kommunal fråga är det viktigt att de åtgärder som vidtas anpassas efter de lokala förutsättningarna. Flera städer i öresundsregionen har upplevt konsekvenser av klimatförändringarna genom till exempel kraftiga regn och skyfall har blivit mer frekventa och stora delar av Köpenhamn och Malmö har översvämmades till följd av den stora vattenmängd som föll under en kort period och översteg de befintliga dagvattensystemens kapacitet (Malmö stad, 2017). Antalet dagar där ett skyfall inträffar kommer att öka under de närmaste åren och enligt Malmö stads prognos beräknas antalet att öka med 8–10 dagar per år. Malmö stad tillsammans med VA syd tog då fram en skyfallsplan där de arbetade fram verktyg för att främja möjligheten att bättre hantera de stora vattenmängderna efter ett skyfall. Till exempel arbetar de med ytor som har flera

användningsområden. Exempel på detta kan vara nya aktivitetsytor eller grönytor och parkmark som vid kraftiga regnmängder kan fördröja regnvatten. Malmö stad nämner nya aktivitetsytor eller grönytor och parkmark som exempel på ytor som kan användas på flera olika sätt och som vid skyfall kan hantera stora mängder regnvatten. Det är en kostsam process att påbörja klimatanpassning av den befintliga stadsstrukturen men kostnaden för de skador som skyfall har på den enskilda individen samt stadens infrastruktur beräknas enligt Malmö stad som högre (Malmö stad, 2017). För att skyfallsanpassning ska bli applicerbar måste åtgärderna anpassas till de specifika förutsättningar och begränsningar som finns i kommunen där de ska implementeras för att fördröja och infiltrera dagvatten till exempel jordmån och topografi. Det är därför essentiellt att kunskap finns hos de tjänstepersoner som arbetar med dagvattenhantering och skyfallshantering kring bland flera andra faktorer vilka åtgärder som är lämpliga för olika jordtyper.

Sverige är som flera andra länder i Europa ett starkt urbaniserat land då 85 % av befolkningen är bosatta i städer (SCB, 2015). En stor andel hårda ytor till följd av urbaniseringen gör det fördelaktigt för Sverige att arbeta mer med grönstruktur vid dagvattenhantering då kraftiga regnmängder kommer bli märkbart mer frekventa (SMHI,

2018a) och påverka den befintliga infrastrukturen inom staden. Befolkningen i Sverige kommer även att öka enligt Boverket (2012) som uppskattar folkmängden till 11,3 miljoner människor år 2050. Antal människor som bosätter sig i urbana miljöer har ökat markant de senaste årtionden och beräknas att fortsätta att öka inom den närmaste framtiden. Detta har resulterat i att befintliga städer har ökat i storlek och grönytor har bytts ut mot hårdgjorda ytor som påverkat vattnets rörelsemönster när det når marken stort (Chen, Samuelson, Tong, 2016).

När kraftiga regnmängder har blivit mer frekventa, till följd av klimatförändringarna, har urbana översvämningar ökat i antal och vid stadsutveckling är det essentiellt att vid ett tidigt stadium av planeringen prioritera att de nya stadsdelarna kan hantera de stora regnmängder som faller. Vid arbetet med dagvattenhantering inom stadsutveckling väljer flera att frångå de traditionella metoderna där åtgärderna främst är belägna under marken eftersom de anses begränsade i deras möjligheter för rening av dagvatten samt i kapacitet (Chen, Samuelson, Tong, 2016). Det traditionella system som historiskt har tillämpats i flera av Europas städer är ofta anpassade till att hantera 26 mm nederbörd under 1h och en översvämning under en 10 årsperiod är accepterat (Haghighatafshar

et. al, 2018). Till följd av klimatförändringarna kommer kraftiga regn inträffa mer frekvent vilket kommer att resultera i att flera av de befintliga system som finns idag i Europas städer blir bristfälliga. Trots att det finns dokumentation kring de fördelar som arbetet med grönbå infrastruktur resulterar i finns det en ovilja att investera i sådana lösningar (Haghighatafshar et.al., 2018).

Eftersom förändringar i den befintliga stadsstrukturen är ovanliga är det viktigt att vid planeringen för ett ingrepp försöka förutspå vilka behov som kommer att krävas i framtiden (NACTO, 2017a). En hög andel täta hårdgjorda ytor inom staden bidrar till att marken inte har möjlighet att infiltrera regnvattnet och ökar belastningen på de befintliga dagvattenhanterings- och avloppssystem som finns inom staden, även grundvattnet påverkas stort av hårdgjorda ytor då det inte fylls på till lika stor grad (NACTO, 2017a). Uppsatsen kommer att utföra en fallstudie där ett område inom en svensk kommun blir utvalt och ett lösningsförslag arbetas fram, på grund av tidsbrist kommer endast åtgärder som använder fördröjning av dagvatten studeras inom förslaget. Uppsatsen har som mål att skapa ett system av fördröjningsåtgärder genom att studera goda exempel som Augustenborg i Malmö (Sverige).

Kristianstads kommun valdes initialt som fallstudie eftersom kommunen har ett unikt läge då delar av kommunen i dagens läge är belägen under havsnivån. Det var därför intressant att studera om detta påverkar dagvattenhanteringen inom staden. Samtal med Malin Åberg som är VA-strateg på Kristianstads kommunen visade dock att det inte fanns en problematik med översvämningar i de centrala delarna av Kristianstad som är belägen på gammal sjöbotten. Hon uppgav att stadsdelen Kulltorp som är beläget i stadens norra del är ett specifikt utsatt område för översvämningar inom staden till följd av en uppvallad å i området som bidrar till att vattenansamlingar skapas. Kristianstads kommun skriver även i sin Grönplan att fördröjningsytor för dagvatten bör utvecklas som en åtgärd inom klimatanpassningen (Kristianstads kommun, 2019) vilket visar på att det finns en motivation inom kommunen att arbeta med fördröjningsåtgärder av dagvatten.

Kristianstads kommun är beläget på Skånes östra sida och har en befolkning på 84 908 invånare med en befolkningstäthet på 68,2 inv/km². Enligt Kristianstads kommuns Grönplan har kommunen en grönyta på mindre än 50 % (ca 44%) inom tätorten vilket är lågt jämfört med andra städer i Skåne och innebär att Kristianstad består

till stor del av hårdgjorda ytor inom tätorten (Kristianstads kommun, 2017b).

Kommunen har enligt de gällande styrdokument även en vilja att kombinera urban dagvattenhantering med grönstruktur.

Lösningförslaget kommer att till stor del baseras på goda exempel som har arbetat med systemlösningar där flera fördröjningsåtgärder samverkar och främjar möjligheterna för ett område att hantera de stora vattenmängder som kraftiga regn genererar.

1.2 Begreppbeskrivning

Kraftiga regn: Eftersom uppsatsen inte kommer att behandla vattentekniska frågor kommer den därför inte arbeta efter en specifik definition av begreppet ”kraftigt regn” i uppsatsens inledande del. Vid uppsatsens senare del kommer ett lösningförslag presenteras för Kristianstads kommun där de kvantitativa beräkningar som utförs arbetar efter den definition SMHI ger på starka regnskuror vilket är 50 mm under 1h (SMHI, 2015).

Resiliens: Begreppet kommer även att benämnas som motståndskraft och kommer att baseras på den definition som Naturvårdsverket (2004) presenterar i rapporten, Humanekologiska perspektiv på hållbar produktion och konsumtion:

”Resiliens är ett begrepp som används för att beskriva ekosystemens integritet och stabilitet, deras buffertkapacitet och förmåga att tåla störningar” (Naturvårdsverket, 2004 s. 88)

Grönblå infrastruktur: Definitionen av grönblå infrastruktur kommer i denna uppsats baseras på den definition som presenteras av Wihlborg, Sörensen, Alkan Olsson (2019) i artikeln *”Assessment of barriers and drivers for implementation of blue-green solutions in Swedish municipalities”* Grönblå infrastruktur beskrivs som en samverkan mellan grönstrukturen och vattenhanteringen inom staden. Grönblå infrastruktur inkluderar gröna tak, regnträdgårdar och dagvattendammar. Den dynamik som vatten och vegetation skapar främjar möjligheten för ett område att hantera extrema väderförhållanden som kraftiga regn och översvämningar. Andra termer som används för att beskriva grönblå infrastruktur är: nature-based solutions (NBS), sustainable urban drainage systems (SUDS), (Wihlborg, Sörensen, Alkan Olsson, 2019)

Systemlösning: Definitionen av systemlösning kommer i denna uppsats att baseras på det arbetssätt som användes vid planeringen av Augustenborgs (Malmö) såväl som Rosendals (Uppsala) dagvattenhanteringssystem. Vid planeringen av de ovannämnda områdena kombinerade flera olika åtgärder inom dagvattenhantering

och skapade ett system som genom öppna och underjordiska kanaler kan transportera dagvatten till flera olika platser där det fördröjs (Va syd, 2008, Thynell & Fridell, 2018).

1.3 Syfte & Mål

Genom att undersöka befintliga åtgärder inom grönblå infrastruktur där grönstruktur används vid dagvattenhantering i två svenska och två danska städer samt studera befintlig information och forskning kring hur grönstruktur kan användas inom dagvattenhantering vill uppsatsen skapa en förståelse för vilka åtgärder som är lämpliga vid utveckling av systemlösningar. Syftet med uppsatsen är att främja användningen av system av öppna dagvattenhanteringslösningar för att hantera en stor mängd vatten till följd av kraftiga regn. Då översvämningar till följd av kraftiga regn kan resultera i stora konsekvenser för den befintliga stadsstrukturen har uppsatsen som mål att utveckla ett verklighetsförankrat lösningsförslag. Om det sedan implementeras kan lösningsförslaget främja Kristianstads kommuns arbete med systemlösningar som använder grönstruktur vid dagvattenhantering i ett område som är specifikt utsatt vid kraftiga regn.

1.4 Frågeställningar:

1. Hur kan grönstruktur främja möjligheten för en stad att hantera kraftiga regn?
2. Vilka goda exempel kan verka som inspiration för skyfallshantering i Kristianstad?
3. Hur kan ett lösningsförslag för skyfallshanteringen i Kulltorp (Kristianstad) se ut från ett systemperspektiv?

1.5 Avgränsning

Uppsatsen kommer inte att behandla de vattentekniska frågorna som kan väckas under arbetets gång, därför kommer vidare studier krävas för att färdigställa lösningsförslaget genomförbarhet. Uppsatsen kommer inte att fokusera på endast en enskild åtgärd utan vill presentera ett system som kopplar samman olika åtgärder som främjar den dagliga dagvattenhanteringen såväl som skyfallsanpassningen i Kristianstads kommun. Området Kulltorp som är belägen inom Kristianstads kommun identifierades av Malin Åberg (VA-strateg på Kristianstads kommun) som ett område specifikt utsatt för översvämningar vid kraftiga regn (personlig kommunikation, 12 april 2019). Dagvattenhanteringsåtgärder i fallstudien som presenteras i kapitel 5 kommer att begränsas till

åtgärder placerade i de befintliga grönområden som finns inom området.

2

Metod

Detta kapitel kommer att beskriva det tillvägagångssätt som använts vid arbetet med att besvara uppsatsens tre frågeställningar.

Uppsatsen är indelad i två olika delar då uppsatsens inledande del är baserad på en litteraturstudie och består av kapitel 3 och 4.

Litteraturstudien kommer att studera vilka befintliga åtgärder som används i dagens läge och där samverkan sker med urban grönstruktur inom dagvattenhanteringen. Den inledande delen kommer även genom litteraturstudien studera vilka goda exempel som kan verka som inspiration för fallstudien i Kristianstad.

Uppsatsens andra del kommer att baseras på en fallstudie och utgör kapitel 5 av uppsatsen. Fallstudien kommer genom att utföra en fallstudie arbeta fram ett lösningsförslag till området Kulltorp som är belägen i Kristianstads tätort och är specifikt utsatt vid stora regnmängder. Metodkapitlet kommer först beskriva metoderna som använts för att sedan beskriva hur författaren själv har gått tillväga för att samla in data för att främja möjligheterna för att replikera studien.

2.1 Litteraturstudie

Det är essentiellt att vid en litteraturstudie identifiera vilka brister den befintliga dokumentationen och forskningen kring ämnet visar i dagens läge eftersom vid utförandet av litteraturstudien bör syftet vara konstant (Ridley, 2012 s. 35). *Boolean logic* är en lämplig metod att använda vid insamling av material då den ger möjlighet att identifiera artiklar som inkludera flera av det ord som beskriver ämnet som studeras (Ridley, 2012, s.63). Att använda *Boolean logic* betyder att man vid sökningen använder ord som ”or” för att sökningen ska begränsas till artiklar som inkluderar båda orden, wild card symbols som till exempel (*) kan även användas vid sökningen för att ändelsen inte ska identifieras (Ridley, 2012, s. 57). Vid litteraturstudier är det vanligt att det studerade materialet blir extensivt och därför är metoden SQ3R (Survey, Question, Read, Recall, Reveiw) lämplig att använda vid granskning av material (Ridley, 2012, s.63), metoden används främst för att effektivisera läsningen och begränsa materialet till artiklar och dokument som berör det aktuella ämnet om materialet är extensivt.

Den inledande delen av uppsatsen har baserats på en litteraturstudie av befintlig forskning inom ämnet samt styrdokument i den

granskade kommunen såväl som de kommuner/städer som ska verka som goda exempel. Syftet kommer att vara en djupare förståelse för den nuvarande situationen och de förutsättningar som kommer att forma förutsättningarna för lösningsförslagets genomförbarhet. För att svara på frågeställningarna kommer kriterier fastställas för att urvalet av litteratur ska bli framgångsrikt. Granskningen utfördes under en begränsad period mellan 2019-02-05 och 2019-05-15. Litteraturstudien delades upp och anpassades efter de ovanstående frågeställningarna då de berör olika områden samt har olika syften och kriterier vid begränsningen av material.

För att besvara frågeställning 1 (Hur kan grönstruktur främja möjligheten för en stad att hantera kraftiga regn?) som är av en mer teoretisk karaktär användes främst dataplatsen ”*Web of science*”, nyckelord och termer som använts vid sökningen presenteras för att säkerställa studiens möjlighet för replikering (Bryman, 2011). Green infrastructure/Sustainable stormwater management var det sökord som användes främst för att sedan begränsa antal resultat med orden environment och stormwater, wild card symbols som till exempel (*) användes även vid sökningen för att ändelsen inte ska identifieras (Ridley, 2012, s. 57).

2.2 Val av goda exempel

För att besvara frågeställning 2 ”Vilka goda exempel kan verka som inspiration för skyfallshantering i Kristianstad?” studerades främst dokumentation från de berörda kommunerna i form av styrdokument och utvärderingar. Antalet goda exempel begränsades till en plats/stadsdel inom fyra olika kommuner i Sverige och Danmark. De utvalda platserna är Tåsinge plads i Köpenhamn (Danmark), Rosendal i Uppsala (Sverige), Augustenborg i Malmö (Sverige) samt Rabalderparken i Roskilde (Danmark). Urvalet av platser baserades till viss del på förslag från min handledare Christine Haaland samt min biträdande handledare Kent Fridell, en mindre litteraturstudie utfördes även för att studera vilka platser som i dagens läge arbetar med fördröjning av dagvatten i en urban miljö. För att begränsa urvalet ytterligare studerades huruvida platserna arbetade med systemlösningar samt vilken klimatzon de befanns sig inom. Undantaget Tåsinge plads i Köpenhamn (Danmark) har urvalet av goda exempel baserats på huruvida de arbetar med ett systemperspektiv där flera fördröjningsåtgärder samverkar för att främja möjligheten för området att hantera kraftiga regnmängder. Tåsinge plads inkluderades då det visar på hur en dagvattenhanteringsåtgärd kan använda grönstruktur inom en urban

miljö för att hantera kraftiga regnmängder. De goda exempel som presenteras i kapitel 4 arbetar med att kombinera åtgärder inom dagvattenhantering med grönstruktur. Detta gör det möjligt för platserna att samverka vid kraftiga regnmängder genom att vattnet transporteras mellan olika fördröjningsåtgärder som successivt översvämmas.

Definitionen av ett systemperspektiv inom dagvattenhanteringen kommer i denna uppsats baseras på det arbetssätt som Augustenborg i Malmö har arbetat efter för att utveckla öppna dagvattenlösningar som tillsammans med fördröjningsåtgärder skapar ett system där området beaktas i sin helhet istället för att se till endast enskilda platser. Det innebär att huruvida de goda exemplen anses arbeta med samverkan mellan flera åtgärder som är sammankopplade inom det studerade området var ett kriterium vid val av goda exempel. Kapitlet kommer dock även studera ett exempel som endast arbetar med en enskild åtgärd då exemplet anses som intressant för uppsatsen och arbetar innovativt med grönstruktur i samband med dagvattenhantering.

2.3 Fallstudie

Uppsatsen andra del kommer att fokusera på frågeställning 3 (Hur kan ett lösningsförslag för skyfallshantering i Kulltorp (Kristianstad) se ut från ett systemperspektiv?) och kommer att besvaras genom att utföra en fallstudie. Att använda fallstudie som metod betyder att forskaren studerar en tidigare utvald plats till exempel ett bostadsområde eller en organisation (Bryman, 2011 s. 74). Vid en fallstudie är det fördelaktigt att använda en kombination av kvalitativa och kvantitativa metoder för att skapa en bred förståelse för den kontext som verkar på platsen. Vid en fallstudie fokuserar forskaren ofta på den specifika karaktär som det studerade fallet har. Det finns en problematik vid valet av fallstudie som metod då det är svårt att replikera den eftersom den är baserad på de förutsättning som just detta fall har vid denna specifika tidpunkt. Möjligheten för någon annan att uppnå liknande resultat är ofta beroende på om forskaren har använt ett kvantitativt eller ett kvalitativt arbetssätt vid fallstudien. Eftersom denna fallstudie kommer att utgå från ett kvalitativt arbetssätt kommer det att vara svårt att argumentera för att de resultat som fallstudien visar är representativt för andra platser och det är även viktigt att forskaren är tydlig med att det är flera faktorer som påverkar det enskilda

fallet och de åtgärder som presenteras utifrån denna fallstudie behöver inte vara optimala för att appliceras på andra platser (Bryman, 2011, s. 75–77). För att visa en översiktlig bild av den vattenmängd som ett område har möjlighet att fördröja utfördes även två grundläggande kvantitativa beräkningar enligt ekvationen $\text{volym} = \text{längd} * \text{bas}$.

För att visa hur en kombination mellan de åtgärder som presenteras i frågeställning 1 och 2 kan appliceras praktiskt kommer frågeställning 3 presentera ett lösningsförslag för en specifikt utvald stadsdel i Kristianstad. Kristianstads kommuns geografiska läge är intressant då kommunen delvis ligger under havsytan vilket kan innebära att kommunen prioriterar åtgärder som motverkar översvämningar vid havskusten. Det väcker då en nyfikenhet kring hur de arbetar med dagvattenhantering inom staden och hur utsatt kommunen är vid kraftiga regn. De goda exempel som presenterats i kapitel 4 utgör grunden för lösningsförslaget där ett system av åtgärder inom hållbar dagvattenhantering presenteras på en specifik plats i Kristianstads centrala del. För att förstå Kristianstads kontext granskades Kristianstads styrdokument, Grönplan såväl som

dagvattenpolicy, en dialog fördes även med verksamma på Kristianstads kommun.

Fallstudien inleddes med ett samtal med Malin Åberg som är VA-strateg på Kristianstads kommun för att förstå var det finns en problematik med översvämning i kommunen. Från samtalet framgick det att stadsdelen Kulltorp var specifikt utsatt vid kraftiga regn och genom att studera en skyfallskarta (se figur 15) framtagna av kommunen var det tydligt att det fanns två platser som var specifikt utsatta (personlig kommunikation, 12 april 2019). En kvalitativ platsanalys utfördes den 13 april 2019 i det område som angavs vid kontakten med Malin Åberg där området studerades och platser som hade förutsättningar för att införa åtgärder som använder grönstruktur vid dagvattenhanteringen identifierades. De kriterier som användes vid platsanalysen var främst platsens storlek samt vilken typ av vegetation som finns inom området och hur stor andel grönstruktur som platsen bestod av. Fallstudien utfördes kvalitativt där platsen studeras för att skapa en uppfattning kring hur den används i dagens läge och vilka förutsättningar platsen har för att användas för att fördröja dagvatten.

För att visa en översiktlig bild över den vattenmängd som de identifierade områdena har möjlighet att fördröja utfördes en grundläggande kvantitativ beräkning av områdets area genom att använda ekvationen (längd * bas). För att sedan beräkna den vattenvolym som området bör ha möjlighet att fördröja multipliceras områdets area med 50 (talet är baserat på SMHI definition av starka regnskurar vilket är 50 liter per kvadratmeter). För att sedan beräkna den höjd som områden måste sänkas för att ha möjlighet att fördröja volymen används ekvationen (volym/area = höjd). De beräkningar som presenteras i uppsatsen är grovt utförda och bör endast beaktas som ett komplement till den platsanalys som utfördes. Vid vidare studier kommer en mer extensiv beräkning krävas.

3

Grönstruktur inom dagvattenhantering

Detta kapitel kommer att presentera en introduktion av grönbå infrastruktur där dagvattenhantering kan samverka med grönstruktur inom en urban miljö och studera vilka befintliga åtgärder inom dagvattenhantering som används idag nationellt såväl som internationellt för att hantera stora regnmängder. Då tillvägagångssättet för att hantera dagvatten har förändrats under de senaste årtionden beskriver kapitlet även de ekologiska och sociala fördelar som en välfungerande samverkan mellan grönstruktur och dagvatten bidrar till för den närliggande miljön. Intresset för *nature-based solutions* har under det senaste årtiondet ökat och bidrar till att fler åtgärder implementeras nationellt såväl som internationellt. Då förändringar i infrastrukturen kan vara en kostsamprocess är det viktigt att de fördelar som grönstruktur inom staden genererar belyses och eftersom en översvämningsproblematik kan vara ett resultat av att det sker en stor avrinning från flera olika delar av ett

område kan det vara fördelaktigt att implementera en systemlösning som kombinerar flera dagvattenhanteringsåtgärder.

Begreppet systemlösning kommer definieras som en samverkan mellan flera olika åtgärder inom dagvattenhantering som tillsammans skapar ett system liknande den lösning som användes vid planeringen av Augustenborg (Malmö) såväl som Rosendals (Uppsala) dagvattenhanteringssystem.

3.1. Samverkan mellan grönstruktur och dagvattenhantering

De hårdlagda ytorna inom staden försvårar vattnets möjlighet att naturligt infiltreras i marken och kemiska ämnen från till exempel individuella trädgårdar och snöhantering under vintern påverkar kvaliteten på det vatten som hanteras (Winston Sprin, 1984 s. 143). Dagvatten har även blivit en bidragande faktor till en ökad förorening i det nya urbana samhället då dagvattnet blir utsatt för flera ämnen som kan påverka närliggande vattendrag då det transporterats bort från hårdlagda ytor. Detta har skapat incitament för att på ett hållbart tillvägagångssätt rena dagvattnet innan det når närliggande vattendrag (Schwecke, Simmons, Maheshwari, 2007).

Nature-based solutions betyder att användningen av lösningar som har baserats på eller inspirerats av de naturliga ekosystemtjänster som finns i naturen prioriteras före endast tekniska lösningar (Krauze & Wagner, 2019). I områden med en stor andel hårdgjord yta finns det en problematik med *nature-based solutions* eftersom de inte finns naturligt i dessa miljöer utan måste anläggas av människan och kopieras från naturen. Det är därför viktigt att inse att det kan krävas uppoffringar av den befintliga stadsstrukturen för att de

åtgärder som anses vara *nature-based solutions* som införs ska uppnå förväntningarna om att skapa resilienta och multifunktionella system i den urbana miljön. En stor del av problematiken med arbetet med *nature-based solutions* är att vatten är en resurs som kan ofta vara bristande inom staden då vattnets naturliga kretslopp störs när det vatten som faller transporteras bort direkt. Vid arbetet med grönblå infrastruktur som ofta är sammankopplat med arbetet med *nature-based solutions* kan åtgärderna antingen arbeta med de befintliga förutsättningarna som finns i staden genom att “mimick” naturen eller så kan en åtgärd “manipulera” genom att åtgärden försöker återskapa ett naturligt system genom att införa organismer och processer som inte finns naturligt i det specifika området för att uppnå de förväntningar som till exempel makthavare har på resultatet (Krauze & Wagner, 2019).

Det är essentiellt att vid en investering som betyder ett införande av grön infrastruktur som främjar en hållbar dagvattenhantering inom staden utföra noggranna beräkningar kring var den optimala placeringen för åtgärden är. Viktiga faktorer att undersöka vid beräkningarna är jordtyp, andel träd på platsen, nederbörd, jordtypens fuktighet och höjd (Kazak, Chruściński, Szewrański, 2018). Flera dagvattenhanteringslösningar är tekniskt konstruerade

och kan ibland innehålla växten, det är dock viktigt att det finns en förståelse vid planeringen av framtida lösningar för dagvattenhantering för att växterna i sitt naturliga tillstånd är dagvattenhanteringslösningar. Valet av växttyper har en stor påverkan på hur framgångsrik en åtgärd är i den specifika staden, träd har flera kvalitéer som främja stadens resiliens mot klimatförändringarna då de utöver att de skyddar mot regn och har stor kapacitet för att ta upp vatten, även har en kylande effekt på stadsmiljön vid till exempel urban heat island. Eftersom klimatförändringarna kommer att resultera i flera väderfenomen blir mer frekventa är det viktigt att åtgärderna är multifunktionella då även stora regnmängder kommer att bli mer frekventa i framtiden såväl som urban heat island (Low, Gleeson, Green, Radovic, 2005 s.43)

3.2. Grönblå infrastruktur

Inom grönblå infrastruktur finns det fler åtgärder som främjar möjligheterna för att fördröja vatten i en urban miljö med hjälp av gröna områden. Fördröjning och infiltrering av dagvatten är metoder som blir alltmer vanliga i den urbana dagvattenhanteringen då den efterliknar de naturliga system som verkar i naturen (Svenskt vatten,

2018). Eftersom de traditionella dagvattenhanteringssystem som främst har använts i Europa under städernas utveckling inte är anpassade efter de kraftiga regnmängder som faller mer frekvent under de nu rådande klimatförhållanden till följd av klimatförändringarna börjar flera städer använda gröna områden för att hantera stora vattenmängder (Haghighatafshar et.al, 2018).

I Sverige har flera kommuner under det senaste årtiondet prioriterat fördröjning och infiltrering vid planering av ny bebyggelse (Svenskt vatten, 2018). Fördröjning av dagvatten är som tidigare nämnt ett tillvägagångssätt som har blivit använt mer frekvent under de senaste årtionden. Vid arbetet med fördröjning av dagvatten är våtmarker och dagvattendammar åtgärder som använts frekvent nationellt såväl som internationellt som en form av "*end of pipe solution*" för att hantera stora mängder vatten (Blecken, 2016). Åtgärden verkar som en uppsamlingsplats för dagvatten som har transporterats bort från andra delar av staden, detta gör det möjligt att kontrollera mängden av vatten som samlas. Då dagvattnet kommer från flera olika delar av staden kräver dammarna ett regelbundet underhållsarbete där sediment töms. Det finns flera fördelar med att använda dagvattendammar inom dagvattenhantering då de renar dagvattnet genom sedimentering

samt att dammarna kan användas i rekreationssyfte för boende i närområdet. Det är dock viktigt att syftet med dammarna är klargjort då detta även kan skapa intressekonflikter kring hur dammarna ska användas och vilka funktioner som ska prioriteras (Blecken, 2016). Våtmarker är ytterligare en åtgärd som främjar möjligheten att fördröja dagvatten och används frekvent vid urban dagvattenhantering. Åtgärden skiljer sig från dagvattendammar då våtmarker använder vegetation och jordmån vid rening av dagvattnet. Våtmarker använder även ofta zoner med varierande höjder för att främja möjligheten för området att fördröja dagvattnet (Blecken, 2016).

Raingardens är en åtgärd som även kan benämnas som biofiltrering, åtgärden främjar möjligheten att rena det dagvatten som har kommit i kontakt med ämnen som kan resultera i en negativ påverkan om det infiltreras i grundvattnet. Raingardens består oftast av sandjord tillsammans med en anpassad växtsammansättning och används ofta för att fördröja och rena dagvatten från vägbanor (Richards., Williams, Fletcher, Farrell, 2017). Raingardens används frekvent inom grönblå infrastruktur och tillför flera positiva värden till de område där de placeras.

Kina har upplevt en snabbt ökande socioekonomisk utveckling vilket har resulterat i en förändring i landets markanvändning (Ka Shun Chan, et.al., 2018). Landet har fått uppleva konsekvenserna efter en ökad nederbörd till följd av klimatförändringarna då en ökad urbanisering, stor andel hårdgjord yta har resulterat i en stor avrinning från den ökande nederbörden. Detta har resulterat i en ökning av urbana översvämningar vilket har förorsakat 79 dödsfall i Beijing under 2012, Kina har främst använt traditionella metoder vid utvecklingen av dagvattenhanteringen inom landet där hårdgjorda underjordiska lösningar prioriterats. Till följd av den ökande problematiken med urbana översvämningar har beslutsfattare i Kina insett att den ökande nederbörden överstiger de befintliga dagvattenhanteringslösningarnas kapacitet och har därför utvecklat projektet "*Sponge city*" som främjar användningen av grönblå lösningar där jordens naturliga infiltration av dagvattnet prioriteras genom att till exempel använda fördröjning av dagvatten i dagvattendammar och regnträdgårdar. Projektet arbetar med att öka den naturliga infiltrationen inom den urbana miljön, pilotprojekt påbörjades i 16 städer för att sedan utökas med ytterligare 14 städer (Ka Shun Chan, et.al., 2018).

Samverkan mellan flera olika åtgärder för att skapa en hållbar systemlösning inom dagvattenhanteringen används till exempel i Augustenborg i Malmö (Va syd, 2008) dock är det viktigt att hänsyn tas till den befintliga stadsrumsstruktur och grönstruktur som finns i området då det med undantag för nybyggda stadsdelar inte är realistiskt att utföra alltför stora infrastrukturförändringar (NACTO, 2017b). Det är även viktigt att studera den jordtyp som finns i området, infrastrukturen, befintliga byggnader, höjdskillnader och rådande mål inom kommunen. Vid utformningen av dagvattenhanteringsåtgärder finns det olika tillvägagångssätt, det finns åtgärder som är helt anlagda av människan vilket innebär att det finns en möjlighet att välja vilken jordtyp som har en hög infiltration till exempel sandjord och grusjord istället för lerjord. Om åtgärden ska appliceras på en plats där det finns en befintlig grönstruktur måste hänsyn tas till de naturliga förutsättningar som finns på platsen. Det är även viktigt att ta hänsyn till allt som är beläget under stadsrummet som kan påverka dagvattenhanteringsåtgärden däribland avloppssystem, grundvatten och byggnadsstruktur som är belägen under marken som källarförråd/garage (NACTO, 2017b). Jordtypen är viktig att ha i åtanke vid planering av åtgärder kring dagvattenhantering eftersom lerjord blir mättad vid ett ihållande regn och kan därför verka som

en hårdgjord yta där vattnet inte fördröjs och transporteras bort. Om området består av en sandjord kommer vattnet att infiltreras direkt och minskar risken för att jorden blir mättad (Dover, 2015, s. 40–44).

Öppna dagvattenkanaler har blivit alltmer förekommande de senaste årtionden, Malmö använder detta i områden som Augustenborg och Västra hamnen (Malmö stad, u.å.). Åtgärderna synliggör dagvattnet vilket främjar de boendes medvetenhet kring hur dagvattenhantering inom staden fungerar till skillnad från de slutna dagvattenhanteringssystem som är belägna under marken. Vattnet från den omkringsliggande omgivningen transporteras genom öppna kanaler till närliggande dammar där vattnet fördröjs. Vid planeringen av Bo01 i västra hamnen var det inte önskvärt att anlägga grönområden som åtgärd vid hanteringen av dagvattnet eftersom det fanns en rädsla för att det vattnet som skulle infiltrerats var förorenat då området är beläget på industrimark (Malmö stad, u.å.).

3.3. Positiva effekter till följd av att inkludera grönstruktur i den urbana miljön

Gröna områden har flera funktioner utöver dagvattenhantering då vegetation i staden bidrar till habitat för flera fågelarter samt andra djurarter. Träd inom staden bidrar även med skuggning och kan sänka temperaturen inom staden såväl som att de kopplar ihop stadsområden. Gröna område har även flera sociala fördelar för de människor som bor och arbetar inom staden utöver att vegetation bidrar till en förbättrad luftkvalitet då de främjar den upplevda estetiken inom staden och diversitet i invånarnas dagliga liv. Studier har även visat att respondenter som hade tillgång till natur upplevde lägre stressnivåer och genom att studera hjärnvågor kunde de även visa att respondenter upplevde ett ökat välbefinnande (Low, Gleeson, Green, Radovic, 2005, s.81).

Grönstruktur inom den urbana miljön kan även främja möjligheten för de system som verkar inom stadens att återhämta sig vid oförutsedda händelser (Rottle & Yocom, 2010, s. 76). Denna motståndskraft benämns ofta som resiliens och används till exempel inom designtypen *Ecological design*. Betydelsen av resiliens inom stadsplanering är stor eftersom staden förbereds och förutspår

motståndskraft för framtida scenarier däribland konsekvenser till följd av klimatförändringarna som havsvattenhöjning, översvämning och vind. Resiliens kan öka vid användningen av *nature-based solutions* i tillägg till tekniska lösningar vid extremväder som kraftiga regn (Kazak, Chruściński, Szewrański, 2018).

Grönstruktur bidrar med flera ekosystemtjänster som minskar risken för att till exempel översvämningar inträffar vid kraftiga regn (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013 s. 378). Vikten av naturliga lösningar och ekosystemtjänster underskattas ofta i vårt moderna samhälle då de monetära vinsterna inte alltid är tydliga. Trots att det under senare tid har blivit en förbättring kring skyddande lagstiftning kring ekosystemtjänster fortsätter skogsskövling och föroreningar av naturområden runt om i världen. Ekosystemtjänster kan inte förhindra att klimatförändringarna resulterar i skador för vår nuvarande stadsstruktur men med fungerande och välmående ekosystem inom staden har de en bättre förmåga att hantera konsekvenserna av klimatförändringarna och kan därför användas som en form av klimatanpassning. Skador till följd av extremväder och stora regnmängder har 10 dubblats under de senaste 50 åren. Det finns även stora monetära vinster i att säkerställa att den infrastruktur som staden investerar i kommer att vara intakt även

efter stora regnmängder (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013 s. 378).

En studie utför i Newcastle, England studerade de olika hinder och utmaningar som påträffades vid implementeringen av grönbå infrastruktur. Studien visar att det i dagens läge finns en osäkerhet i effekten av grönbå infrastruktur och att det finns en kunskapsbrist hos beslutsfattare (O'Donnell, Lamond, Thorne, 2017).

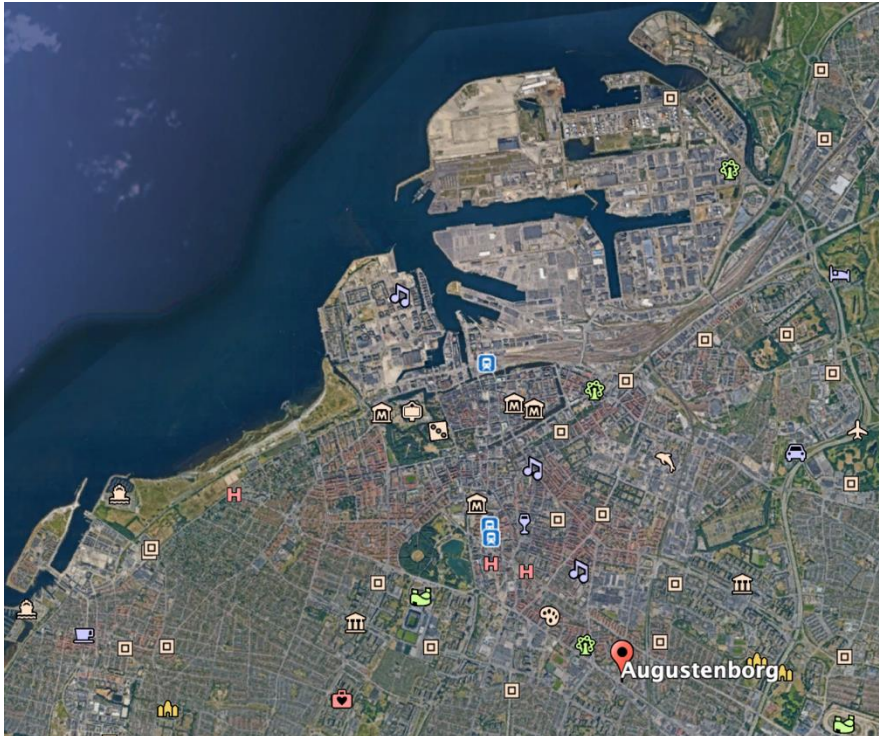
Användningen av grönbå infrastruktur gör det möjligt att skapa en mer naturlig vattencykel inom staden. Genom att arbeta med fördröjning av vatten samt implementera permeabla ytor inom staden minskar belastningen på de befintliga dagvattenhanteringssystemen samt de gör det möjligt att skapa ytor som har flera användningsområden vid kraftiga regn såväl som torra perioder (O'Donnell, Lamond, Thorne, 2017).

4

Goda exempel som kan verka som inspiration för Kristianstads kommun

Detta kapitel kommer att presentera fyra olika exempel som kan verka som inspiration för utvecklingen av dagvattenhanteringen i Kristianstad. Valet av de platser som kan verka som goda exempel baserades på huruvida det vid planeringen av åtgärderna används ett systemperspektiv där flera åtgärder samverkar. Det sista exemplet som presenteras är Tåsinge plads som skiljer sig från de tidigare presenterade exempel då det är en enskild åtgärd placerad i Köpenhamn (Danmark). Platsen kan dock verka som inspiration för Kristianstad för hur man kan arbeta med en biologisk och naturlig rening i en urban miljö genom att använda multifunktionell grönstruktur.

4.1. Augustenborg, Malmö (Sverige)



Figur 1: Bilden visar en satellitbild över Malmö stad med Augustenborg markerat (Google, 2015)



Figur 2: Bilden visar en satellitbild över Augustenborg där området är markerat (Google, 2018)

Bostadsområdet Augustenborg kommer att användas som ett gott exempel på hur man framgångsrikt kan arbeta med dagvattenhantering. Området anlades på 1950-talet i Malmö och kommer användas som ett exempel på hur man kan arbeta med öppen dagvattenhantering (SMHI, 2018a). Området var till en början mycket populärt och ansågs modernt men efter en tid förändrades bilden av området och populariteten minskade då de boende började söka sig till andra delar av Malmö. Under 1998 påbörjades projektet Ekostaden Augustenborg som hade som syfte att omvandla Augustenborg till ett mer socialt, ekologiskt och ekonomiskt hållbart bostadsområde. En stor del i projektet har

varit att arbeta fram verktyg som främjar en hållbar dagvattenhantering (SMHI, 2018a). Augustenborg använder en kombination av enskilda åtgärder för att främja skyfallshanteringen och öppna dagvattenhanteringslösningar som främjar den dagliga dagvattenhanteringen i staden och skapar en systemlösning där flera åtgärder samverkar.

Malmö har under flera år arbetat med skyfallshantering då det den 31 augusti 2014 blev märkbart hur stor skada ett skyfall kan åstadkomma när det föll 120 mm regn på 6 timmar (Malmö stad, 2017). Den stora vattenmängden överväldigade det befintliga dagvattensystemet och resulterade i att en stor del av Malmö stad översvämmades och flera samhällsviktiga verksamheter försvårades.

Ekostaden Augustenborg är unikt då de har en systemlösning för hur dagvattnet hanteras i området. Systemet är öppet och synliggör ledningsvägarna för de boende i området (Va syd, 2008). Vattnet som faller på omkringliggande hårdlagda ytor transporteras genom de öppna ledningsvägarna till närliggande dammar och våtmarker där det fördröjs för att sedan transporteras till det lokala dagvattenhanteringsnätet. Då området historiskt har upplevt problem kring dagvattenhantering som resulterat i översvämningar i området

var det främsta syftet med dagvattenhanteringsprojektet att dagvattnet fördröjs och minskar belastningen på det lokala dagvattenhanteringsnätet. De boende i området upplever även att det har bidragit till områdets estetik positivt då de öppna betong dagvattenkanalerna skapar rörelse såväl som bidrar till positivt till den ekologiska hållbarheten i området. För att förhindra att det vatten som fördröjs blir stillastående i de närliggande dammarna har pumpar installerats. Det finns även flera områden i Augustenborg som har planerats så de kan översvämmas vid extremväder, till exempel en fotbollsplan i området samt de grönområden som omger dammarna (Va syd, 2008).

Ekostaden Augustenborg samverkade även med de boende i området för att skapa dammar som utformats efter varje innergårds unika behov, detta har resulterat i dammar som är unika i sin utformning (Va syd, 2008). Utöver det öppna dagvattenhanteringssystem som utvecklats i Augustenborg har området även flera olika typer av grön infrastruktur till exempel gröna tak som främjar dagvattenhanteringslösningen (Bengtsson, Semadeni-Davies, Villarreal, 2004). Det finns dock flera begränsningar vid arbete med öppna dagvattenlösningar inom befintliga områden eftersom det inom den moderna täta staden finns

en konkurrens kring mark samt att det finns flera olika människor som delar på en mindre yta vilket betyder att det finns flera värden och åsikter att ta hänsyn till vid planeringen. Det finns även en risk att de öppna kanalerna blir samlingsplatser för nedskräpning från närliggande delar av Malmö's centrala del om det inte är ett konstant vattenflöde och trots att projektet hade en dialog med de boende i området var det flera som motsatte sig projektet (Bengtsson, Semadeni-Davies, Villarreal, 2004).

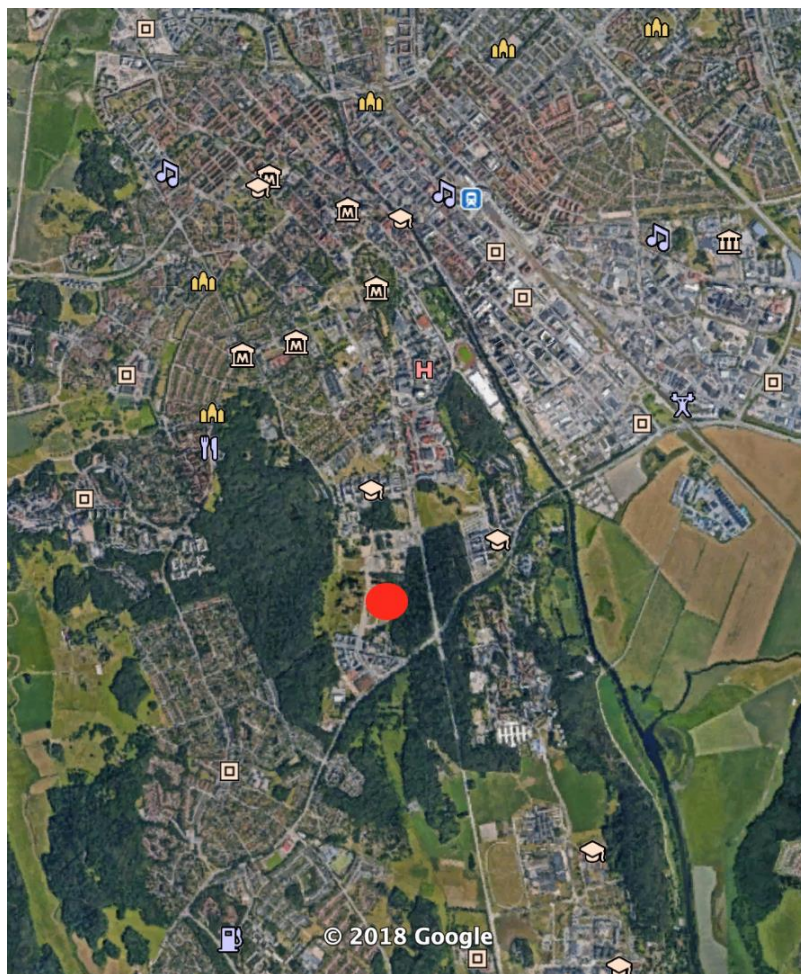


Figur 3: Bilden visar en av de öppna kanalerna som leder dagvattnet genom området (Balke, 2019).

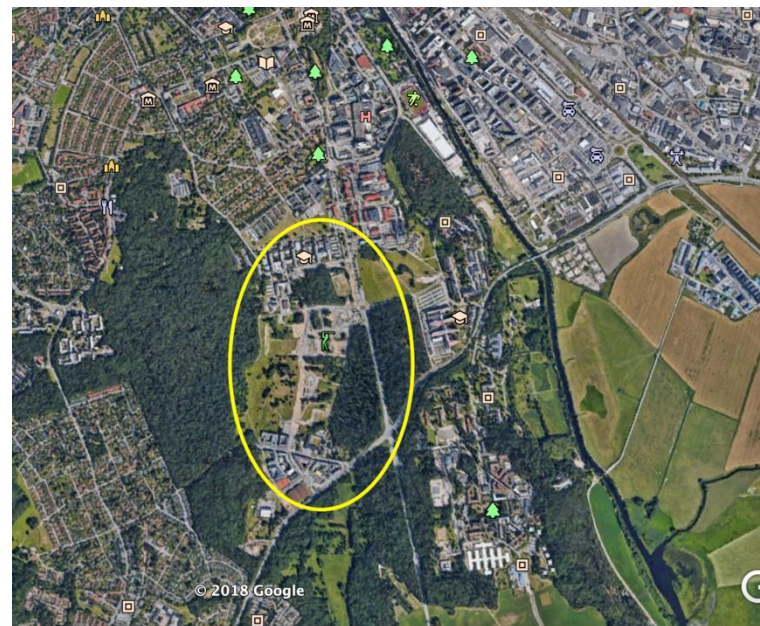


Figur 4: Bilden visar hur en av de öppna kanalerna leder dagvattnet till en fördröjningsdamm (Balke, 2019)

4.2. Rosendal, Uppsala (Sverige)



Figur 5: Bilden visar en satellitbild över Uppsala med Rosendal markerat (Google, 2018)



Figur 6: Bilden visar en satellitbild över Rosendal där området är markerat (Google, 2018)

Eftersom det råder en bostadsbrist i Uppsala har produktionen av nya bostäder ökat, Uppsala har prioriterat att förtäta såväl som utveckla nya stadsdelar däribland Rosendal. Marken inom staden är mycket ekonomiskt värdefull och kommunen har därför en önskan att använda gröna ytor inom staden som har som möjlighet att fördröja dagvatten (Uppsala kommun, 2019). Rosendal har arbetat

med utvecklingen av grönblå infrastruktur för att skapa ett system som främjar klimatanpassningen av området och främja hanteringen av de mer frekventa kraftiga regnmängderna till följd av klimatförändringarna. Systemet har utformats efter de olika faktorer som påverkar vattenkvaliteten, till exempel trafikintensiteten som har en stor påverkan på mängden föroreningar som dagvattnet utsatts för, den befintliga stadsstrukturen och risken för att dricksvattentäkter kan påverkas. Kommunen prioriterar vegetation i stadsrummet vid planeringen av nya stadsdelar och det finns därför en önskan att använda det vatten som faller i form av regn för bevattning på allmänna platser. Det finns dock en risk med arbetet inom just denna stadsdel eftersom den är belägen i närheten av dricksvattentäkten vilket ställer stora krav på vattenkvaliteten (Uppsala kommun, 2019).

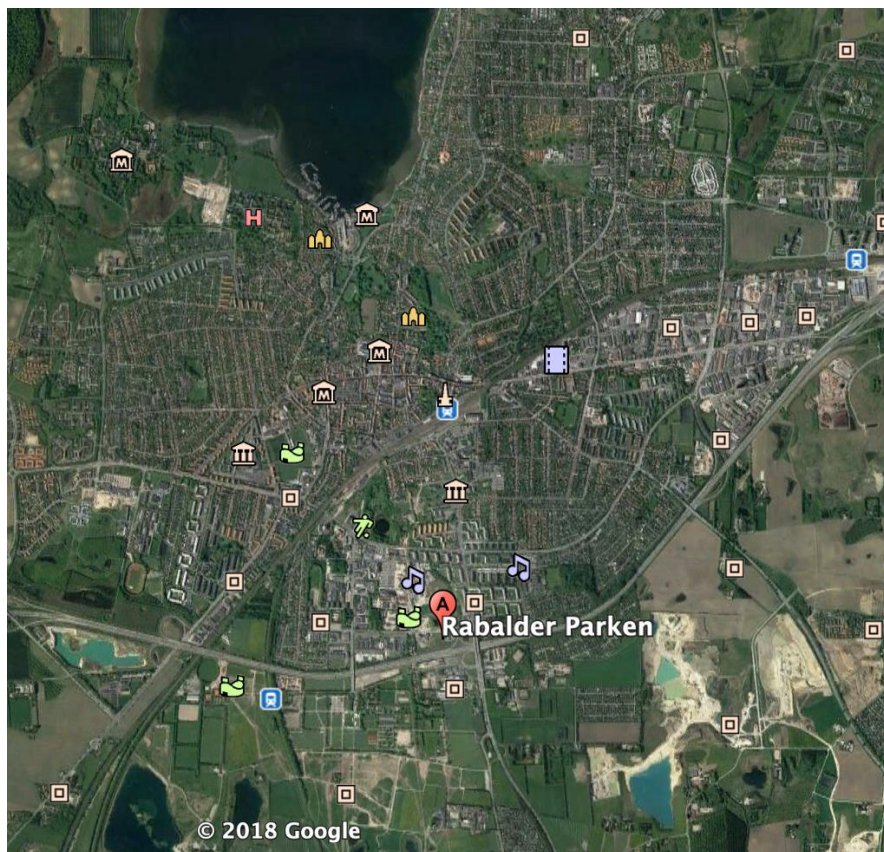
Arbetet i Rosendal har planerats efter en systemlösning där flera åtgärder samverkar inom området. Regnbäddar har använts i området för att fördröja dagvattnet samtidigt som det kan renas med hjälp av vegetation (Sörelius et.al., 2017). Som ovan nämnt bedöms vattenkvaliteten av dagvattnet för att förhindra att förorening av marken ska ske och skada dricksvattenförsörjningen, därför transporteras dagvatten som faller på en genomfartsled genom

området direkt till det traditionella dagvattenhanteringssystemet medan dagvatten från gång-, cykel- och körbanor i området transporteras till flera olika regnbäddar. Regnbäddar främjar arbetet med hållbar dagvattenhantering genom att fördröja dagvatten och motverka att stora vattenansamlingar skapas, de bistår även med flera ekosystemtjänster som bidrar till klimatanpassningen av området (Sörelius et.al., 2017).

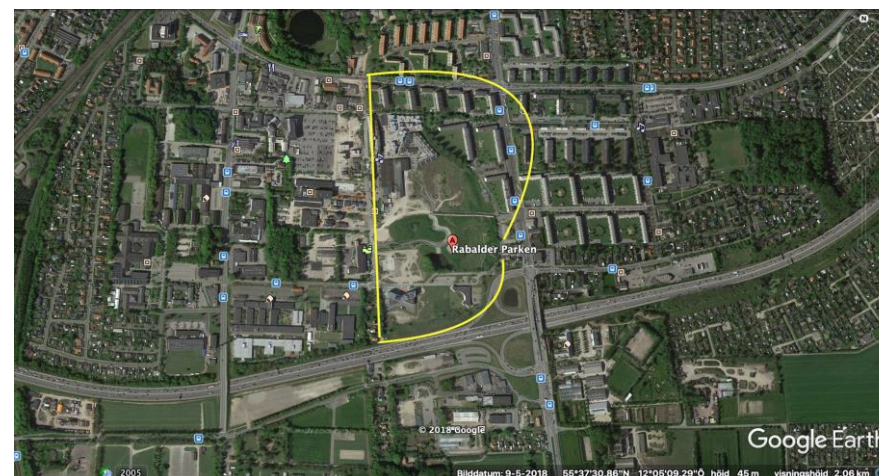
Vegetationen i regnbäddarna är belägen över ett förstärkningslager som är belägen under markytan och har möjlighet att fördröja dagvatten vid kraftiga regnmängder och motverkar att regnbäddarna översvämmas (Thynell & Fridell, 2018). Förstärkningslagret utgörs av ett underjordiskt hålutrymme som minskar belastningen på regnträdgårdarna vid kraftiga regn. Systemet är byggt efter stråk inom staden och vid kraftiga regnmängder transporteras vattnet vidare till förstärkningslager för att förhindra att den ytavrinning som uppstår skapar översvämningar. Om det inträffar ett ihållande regn som överstiger belastningen för regnträdgårdarna såväl som förstärkningslagret kommer vattnet transporteras till omkringliggande grönområden som kan översvämmas. Förstärkningslagret är luftigt och gör det möjligt för Uppsala att förvara vattnet och använda det som en vattenreserv vid ett senare

tillfälle då torrperioder kan uppstå. Det nuvarande systemet har även potential för att utvecklas för att återanvända gråvatten inom området (Thynell & Fridell, 2018).

4.3. Rabalderparken, Roskilde (Danmark)



Figur 8: Bilden visar en satellitbild över Roskilde med Rabalderparken markerat (Google, 2018)



Figur 9: Bilden visar en satellitbild över Rabalderparken där området är markerat (Google, 2018)

Rabalderparken är ett område i Roskilde, Danmark. Området har arbetat innovativt med planeringen kring hur dagvattenhanteringen i området kan samverka med det omkringliggande området och skapa multifunktionalitet (klimattilpasning, 2015a). Området används främst som ett rekreationsområde där invånarna kan utföra flera typer av aktiviteter, den ytan som är direkt kopplad till områdets dagvattenhantering är en skatepark som är belägen i området som samverkar tillsammans med det omkringliggande grönområdet. De öppna dagvattenhanteringslösningarna som fördröjer vattnet utgör hela områdets dagvattenhanteringssystem. Öppna kanaler i betong

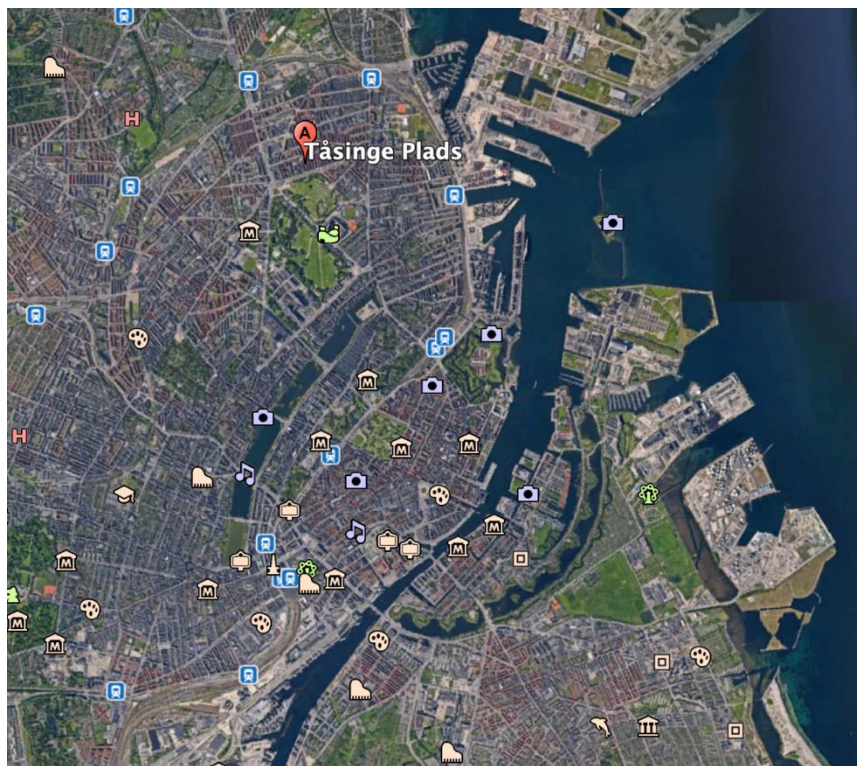
och asfalt är belägna inom området som transporterar vattnet till tre zoner där vattnet fördröjs. Grundtanken med detta system är att de tre olika målpunkterna för det närliggande dagvattnet arbetar tillsammans då de successivt översvämmas vid kraftiga regn. De tre zonerna har namngetts till Søren, Engen och Bowlen och används inom dagvattenhanteringen i området. Søren är vattenfylld stor del av tiden och är den första målpunkten för dagvattnet. Engen används främst som ett rekreationsområde vid mindre vattenmängder men kan bli vattenfylld då Søren översvämmas. Bowlen är likt Engen är multifunktionell yta som används främst som en skatepark men kan även verka som en fördröjningsåtgärd vid väldigt kraftiga regnmängder som resulterar i att både Søren, Engen översvämmas (klimattilpasning, 2015a).

Vattnet transporteras ned mot Søren genom en vattentrappa med utformade kubiska former som främjar möjligheten för trappan att fördröja vattnet för att avlasta belastningen på Søren. De ekonomiska fördelarna för området har varit stora men det finns en problematik i området då det är beläget på förorenad mark som används vid produktion av betong (klimattilpasning, 2015a). Idén att skapa en multifunktionell skatepark grundar sig i inspiration hämtad från USA där skateboardåkare har använt de öppna

betongledningskanaler som är belägna längs flera vägar i landet. Området har blivit mycket uppmärksammat i Danmark för det innovativa sätt de skapat multifunktionella ytor som bistår med förutsättningar för rekreation såväl som synliggör dagvattenhanteringen i området och tilldelades 2012 Byplanprisen av miljöminister Ida Auken (Roskilde kommune, 2018)

Projektet speglar Köpenhamns skyfallshanteringsstrategi där de uppger att vattnet till följd av kraftiga regn ska användas som en resurs i parken som skapar mervärden i tillägg till att systemlösningen inom parken främjar området förutsättningar för att hantera de kraftiga regnmängder som kommer att inträffa i framtiden (Københavns kommune, 2012).

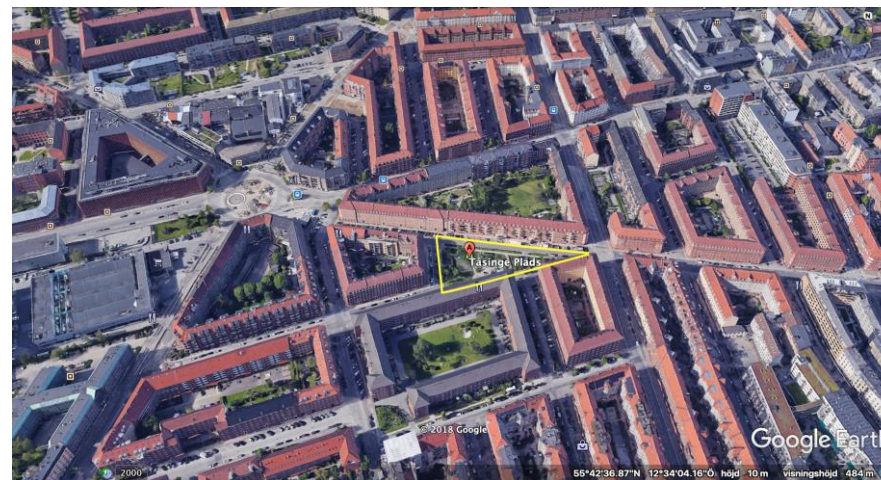
4.4. Tåsinge plads, Köpenhamn (Danmark)



Figur 10: Bilden visar en satellitbild över Köpenhamn med Tåsinge plads markerat (Google, 2018)

Köpenhamn har fått uppleva de konsekvenser som inträffar då regnvattenmängden överstiger de befintliga dagvattenhanteringssystemens kapacitet (Københavns kommune,

2012). Till följd av de stora kostnader som skadorna efter de stora översvämningar som inträffade 2011 beslutade makthavare



Figur 11: Bilden visar en satellitbild över Tåsinge plads där området är markerat (Google, 2018)

i Köpenhamn att staden skulle utveckla sitt arbete kring dagvatten- och skyfallshantering. Köpenhamns kommun tog 2012 fram en skyfallsplan (skybrudsplan) där de mål och lösningar som kommunen ska arbeta med presenterades, den mest kostnadseffektiva metoden anses vara att använda en kombination mellan olika typer av åtgärder som främjar den dagliga dagvattenhanteringen såväl som har förutsättningar för att hantera

kraftiga regnmängder. Då det finns en önskan inom kommunen att staden ska utveckla mer grön-och blåstruktur är det både logiskt och kostnadseffektivt att använda de stora regnmängder som faller (Københavns kommune, 2012).

Tåsinge plads färdigställdes år 2014 och är ett område där ett intensivt arbete med hållbar dagvattenhantering har utförts där man logiskt har arbetat med det naturliga kretslopp som den hydrologiska cykeln har (Københavns kommune, 2014). Lågt liggande gröna områden har främst använts som åtgärd och platsen är en grön oas i stadsrummet. Området är uppdelat i tre delar: Solskrænten, Torvet och Regnskoven som är anpassade för att hantera olika mängder vatten där Regnskoven är den del som ska hantera största mängden vatten och består av flera olika typer av vegetation (Malmos landskaber, u.å).

Planeringen av området har prioriterat lösningar som inte enbart är tekniska och innehåller naturliga, ekologiska åtgärder som även möter de behov som de människor som bor och arbetar i området har (Københavns kommune, 2014). Platsen har planerats i samverkan med de människor som bor i området för att skapa en uppfattning kring vilka behov som finns och vilka värden som bör

prioriteras. Vegetationen i området är planerad kring hur lågt liggande det specifika området är i förhållande till resterande delar och hur mycket vatten som kommer att transporteras till området. Även vatten från omkringliggande områden transporteras till Tåsinge plads genom ledningsvägar som är belägna under marken. Området har goda förutsättningar att hantera olika mängder vattenmängder. Vid ett kraftigt regn kommer området fyllas till ca 40%. Endast vid regnmängder som förekommer vid 500 års tids mellanrum beräknas området fyllas till sin maximala kapacitet, vid regnmängder av denna storlek kommer regnvattnet att transporteras till omkringliggande gator och sedan rinna vidare till Köpenhamns hamn (Københavns kommune, 2014).

Eftersom de närliggande vägarna som omger området blir utsatt för salt som kan påverka grundvattnet stort om det infiltreras i marken. Området har därför anpassas till att hantera de saltmängder som dagvattnet eventuellt kan innehålla genom att det transporteras till en specifik behållare som använder naturlig rening för att sedan transporteras vidare till Köpenhamns hamn (Klimattillpassning, 2015b).



Figur 12: Bilden visar ett flygfoto över Tåsinge plads

Källa: GHB Landskabsarkitekter (u.å.) hämtad 2019-05-04 från:

<https://www.ghb-landskab.dk/projekter/taasinge-plads>

5

Lösningssförslag för hantering av kraftiga regn i Kulltorp (Kristianstads kommun)

Detta kapitel kommer att presentera en fallstudie med ett lösningssförslag för området Kulltorp i Kristianstads kommun som är ett specifikt utsatt område för översvämningar. Lösningssförslaget är baserat på den befintliga forskning som finns presenterad i uppsatsens inledande del och kommer genom att utföra en platsanalys studera vilka åtgärder som kan anses lämpliga för Kulltorps specifika förutsättningar. Utöver den befintliga forskningen kommer även de tidigare studerade goda exempel från Malmö, Uppsala, Roskilde och Köpenhamn som presenterades i kapitel 4 verka som inspiration för hur en systemlösning i området kan se ut. Lösningssförslag kommer inte behandla de vattentekniska

faktorer som måste studeras vid utvecklingen av grönblå infrastruktur vilket betyder att förslaget kommer att verka som ett inledande arbete mot en förstudie för utvecklingen av grönblå infrastruktur inom Kulltorp för att motverka den översvämningssproblematik som uppstår vid kraftiga regn.

5.1. Kristianstads kommun

Vid samtal med Malin Åberg som är VA-strateg på Kristianstad kommun var det tydligt att det fanns en önskan inom kommunen att arbeta mer med grönbå infrastruktur inom dagvattenhanteringen inom kommunen (personlig kommunikation, 12 april 2019). Malin Åberg uppgav även att det fanns en problematik med översvämning i området Kulltorp som är beläget i den norra delen av staden. Det var även tydligt vid samtalet att en stor del av de åtgärder som utför i dagens läge har fokuserat på problematiken runt havvattenhöjning då Kristianstads kommun ligger under havsytan. Genom att studera skyfallskartan framtagna av kommunen identifierades två separata områden som var specifikt utsatta vid kraftiga regn (se figur 15). Kristianstads kommun beskriver i sin översiktsplan antagen 2013 att det *“ska finnas grönytor som främjar hälsa, trivsel, lek och möten mellan människor.”* (Kristianstads kommun, 2013 s. 8). Kommunen uttrycker även en vilja för att använda blåstruktur tillsammans med gröstruktur:

“Arbeta fram en kommunövergripande och strategiskt viktig gröstrukturplan. Kan även inkludera kommunens blå strukturer, vatten. Hör samman med naturmiljöer, kulturmiljöer, folkhälsa, klimateffekter och ekonomisk utveckling”

(Kristianstads kommun, 2013 s. 13)

Som underlag till översiktsplanen har Kristianstads kommun arbetat fram en gröstrategi, kommunen beskriver även vikten av att bebyggelsestruktur, trafikinfrastruktur och grönbå strukturer samverkar (Kristianstads kommun, 2017b). Inom kommunen finns det en stor biologisk mångfald och en stor del av den gröstruktur som beskrivs i kommunens gröstrategi är skog. Det finns även gräsmark, och våtmarker samt blå struktur i form av sjöar och hav. Den stora biologiska mångfalden i kommunen bidrar till att kommunen inser vikten av de fördelar som de ekosystemtjänsterna i den grönbå strukturen i kommunen ger invånarna i staden (Kristianstads kommun, 2017b).

Kristianstads kommun har även under 2019 kompletterat gröstrategin med en grönpå där kommunen uttrycker sin vilja att utveckla gröstrukturen inom staden då de genererar flera ekosystemtjänster (Kristianstads kommun, 2019). Grönpåen från

2019 innehåller flera strategier som kommunen ska arbeta efter däribland Strategi 3: *Att strategiskt arbeta med grönbå strukturer i ett klimatanpassningsperspektiv*. Kommunen beskriver där hur det förändrade klimatet kan resultera i en ökad nederbörd och att åtgärder som är placerade lokalt och använder grönstruktur bör prioriteras vid det framtida arbetet med dagvattenhantering inom staden. Mycket av kommunens befintliga arbete med nederbörd har berört åtgärder kring hanteringen av en höjning av havsvattennivån då kommunen är belägen under den nuvarande havsvattennivån. Inom grönplanen presenterar kommunen även riktlinjer vid den framtida planeringen inom staden där ”*Utveckla fördröjningsytor för dagvatten som åtgärd för klimatanpassning, men också för att minska problem med brunifiering*” samt ”*Att anlägga våtmarker för att buffra höga flöden*” är två riktlinjer som direkt berör dagvattenhantering (Kristianstads kommun, 2019).

Utöver de kommunala styrdokument som berör grönstruktur har Kristianstads kommun även en dagvattenpolicy som beskriver kommunens vilja att utveckla metoder som kan hantera de väderförändringar som klimatförändringarna kommer att resultera i däribland stora vattenmängder till följd av kraftiga regn (Kristianstads kommun, 2010). I dagens läge använder kommunen

främst traditionella avloppssystem, men det finns en önskan att använda dagvattenhanteringslösningar som synliggör transporter av dagvattnet och utnyttjar de estetiska värden som vattnet har en potential att tillföra staden. Kommunen nämner även vikten av att använda naturliga system där dagvattnet kan fördröjas (Kristianstads kommun, 2010).

Kristianstads kommuns dagvattenpolicy

1. Dagvatten ska omhändertas på ett för platsen lämpligt sätt ur estetisk, biologisk och hydrologisk synpunkt.
 2. Dagvattenhanteringen ska vara säker, miljöanpassad och kostnadseffektiv, och den naturliga vattenbalansen ska eftersträvas.
 3. Lokalt omhändertagande och avrinning i öppna system ska prioriteras före ledningssystem.
 4. Dagvatten är en resurs för närmiljön och skall synliggöras där så är möjligt och motiverat.
 5. Förorening av dagvatten ska begränsas speciellt vad gäller metaller och petroleumprodukter. Åtgärder för att minska föroreningar ska göras där det är miljömässigt och ekonomiskt rimligt.
 6. Principen för finansiering är att den som orsakar belastningen ska betala.
- (Kristianstads kommun, 2010 s. 6)

Systematiskt lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) förespråkas då kommunen vill ställa högre krav på fastigheter att dagvattnet ska hanteras lokalt (Kristianstads kommun, 2010).

5.2. Platsanalys, Kulltorp

Vid den kvalitativa platsanalysen i området Kulltorp i Kristianstads kommun var det tydligt att området hade en stor andel hårdgjord yta med begränsade möjligheter för vattnet att infiltreras eller fördröjas. Området är ett bostadsområde bestående av främst enplansvillor med en mindre tillhörande tomtmark, det använder ett traditionellt avloppssystem som transporterar bort dagvattnet genom ett underjordiskt system. En invallad kanal är belägen i området och leder vatten till den närliggande ån Helge å. Malin Åberg uppgav att det inte var möjligt att transportera ytterligare mängder dagvatten till kanalen samt att det fanns en problematik med att avrinning av vatten från kanalen stoppas när Helge å har högvatten (personlig kommunikation, 12 april 2019).

En geografisk avgränsning av området utfördes (se figur 19) där de två rödmarkerade områdena på figur 13 prioriterades. Färgerna indikerar vilka platser som är specifikt utsatta vid kraftiga regn,

platserna är uppdelade i på färgskalan blå → gul → röd där röd markerar de områden som är mest utsatta (se figur 13). De tre platserna som identifierades som lämpliga platser för dagvattenhanteringsåtgärder var placerade inom de två områdena i Kulltorp som var rödmarkerade på skyfallskartan (se figur 13). Det första området som identifierades var ett grönområde som bestod av en lekplats. De resterande två platserna som ansågs som lämpliga var ett till synes oanvänt mindre grönområde i det avgränsade områdets norra del samt ett grönområde intill kanalen vid områdets södra del (se figur 19).

Den främsta anledningen till att Kulltorp blev utvalt som fallstudie var att det fanns en befintlig översvämningsproblematik i området som kunde främjas av att dagvattnet fördröjs. Enligt SMHI finns det en risk för att Kristianstad kommer att påverkas stort av den framtida havsnivåhöjningen då en stor del av kommunen är belägen på gammal sjöbotten under havsytan när en vik av Hammarsjön torrlades på 1800-talet (SMHI, 2018b). Området Kulltorp ligger inte enligt SMHI på gammal sjöbotten vilket tyder på att det inte är en faktor som påverkar den nuvarande problematiken med översvämningar i området. Enligt Malin Åberg upplever kommunen i dagens läge inte att det finns ett problem med översvämningar i de

centrala delarna. Invallningen av Helge å i området uppfattades som den största faktorn till att vattenansamlingar skapas i området (personlig kommunikation, 12 april 2019). Kartan som visar vattenansamlingar i området tyder på att dagvattnet transporteras mot kanalen och för att sedan samlas innanför invallningen (se figur 13). Eftersom en stor del av området består av asfalterade ytor finns det begränsade möjligheter för vattnet att infiltreras i marken. Det finns även en brist på grönområden och en stor del av den befintliga grönsstrukturen i området är ett fåtal mindre grönområden vid gatornas slut. Detta gör att vattnet har begränsade möjligheter att infiltreras i marken som består av lerjord enligt Malin Åberg.

Den norra sidan av kanalen var betydligt lägre än den södra sidan vilken kan vara en orsak till att de bostadshus som är belägna på den norra sidan är specifikt utsatta vid kraftiga regn. Det är även tydligt att det fanns en begränsad vegetation och träd inom område då de grönområden som fanns bestod främst av gräs med enstaka träd. Vid platsanalysen studeras även vilka förutsättningar som finns i området för att implementera någon/några av de åtgärder som presenteras tidigare i uppsatsen. Totalt identifierades tre platser som potentiella platser för fördröjning av vatten genom en nedsänkning av området.



Figur 13: Satellitbild över Kulltorp med skyfall och de två utvalda områden som ska studeras (Lantmäteriet, 2019)

5.3. Analys av lämpliga åtgärder för Kulltorp

Det var essentiellt att vid platsanalysen identifiera platser med en befintlig grönstruktur som kan vara lämpliga för att implementera dagvattenhanteringsåtgärder som använder grönstruktur. Vid platsanalysen identifierades tre grönområden inom de två specifikt utsatta områden som var utmärkta på skyfallskartan och uppfattades vid platsanalysen som lämpliga för att anlägga åtgärder som har förutsättningar för att fördröja det dagvatten som samlas enligt skyfallskartan (se figur 13). De tre områdena kommer att benämnas som område 1, som är markerad med en vit ring i figur 13 medan de två områden belägna inom det område markerat med en svart ring kommer att benämnas som område 2 och område 3. Område 3 är beläget söder om område 2 och identifierades som en potentiell plats för dagvattenfördröjningsåtgärder som kan minska de vattenansamlingar som skapas på område 1 och 2. En anledning till att området är specifikt utsatt vid kraftiga regn är enligt Malin Åberg att området är till stor del instängt som ett resultat av att kanalen är uppvallad (personlig kommunikation, 6 maj 2019).

Område 1

I området som är markerat med en vit ring på figur 13 var en lekplats belägen och kommunen visade ett stort intresse för att anlägga åtgärder som motverkar att lekplatsen översvämmas och möjliggör användning av platsen vid kraftiga regn. Jordtypen i området är, enligt Malin Åberg, främst lerjord vilket innebär att jorden kan bli mättad vid ett ihållande regn (personlig kommunikation, 12 april 2019). Som tidigare nämnt har lerjord en god kapacitet att ta upp vatten och kan därför vid en långvarig regnperiod verka som en hårdgjord yta där ingen infiltration sker (Dover, 2015, s. 40–44). Den vegetation som finns inom området består av främst av gräs och enstaka träd, det är därför viktigt att arbeta med att införa andra typer av vegetation som har en god kapacitet att uppta vatten då jordens naturliga infiltration kan avstanna vid kraftiga och ihållande regn. Inhemska arter bör prioriteras samt växternas förmåga att binda vatten, eftersom vegetationen kommer att placeras på ett befintligt grönområde med en djup växtbädd finns det en stor variation på vegetation som kan användas (Skog, Malmberg, Emilsson, Jägerhök, Capener, 2017). Då det redan finns fyra träd inom området kan mindre vegetation som buskage, gräs, vedartade perenner och örter prioriteras i detta

område. Utöver implementeringen av lämplig vegetation som kan binda vatten bör delar av det omgivande grönområdet runt lekplatsen sänkas för att främja möjligheten för att använda lekplatsen vid kraftiga regn. Förslagsvis kan även upphöjda gångvägar introduceras för att möjliggöra användning av platsen när regnvattnet samlats i den nedsänkta delen av grönområdet samt främjar estetiken i området.

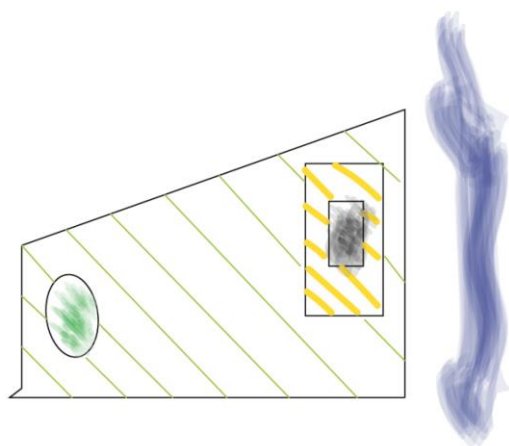


Figur 14: Bilden visar det område markerat med en vit ring på figur 13 (Balke, 2019)

Då området verkar som en samlingsplats för en stor del av det dagvatten som faller i området är det viktigt att beakta regnvattnet som en resurs som kan resultera i flera fördelar för både vegetationen i området samt de boende i området. Åtgärder som använder befintlig grönstruktur inom område för att fördröja dagvatten främjar möjligheten för området att hantera de stora regnmängder som klimatförändringarna kommer att resultera i. Det kan även gynna kommunen ekonomiskt eftersom skador i infrastrukturen ofta är kostsamma och genom att motverka sannolikheten att området översvämmas (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013).

Området har en area på 4 688 kvadratmeter och kan genom att sänkas 5 cm fördröja 50 mm på 1h vilket är den regnmängd som SMHI definierar som ett starkt regn. Beräkningarna presenterade har som syfte att ge en översiktlig bild över möjligheterna för att använda området som fördröjningsområde och vid vidare studier kommer en mer extensiv beräkning krävas. Det finns en potentiell problematik i arbetet med att implementera åtgärder inom området då trygghetsaspekten är viktig att ha i åtanke vid planeringen. Därför kan det vara lämpligt att endast delar av området sänks och skapar dagvattendammar. Lekplatsen utgör dock möjligheten att utveckla

åtgärder som kan kombinera vatten och lek som även kan främja kunskapsspridningen kring dagvattenhantering inom området. Trygghetsaspekten kommer att vara en essentiell del i huruvida lösningsförslaget kommer att ha möjlighet att implementeras. Det kan därför vara lämpligt den plantering som är belägen i utkanten av området (se figur 15) och inte i närheten av lekplatsen kan sänkas betydligt för att skapa en dagvattendamm som främjar områdets möjlighet att fördröja det dagvatten som samlas i området.



Figur 15: Skiss över område 1 som visar placeringen för lekplatsen (gul) och planteringen (grön) (Balke, 2019)

Område 2

Den kvalitativa platsanalysen visade att området bestod till stor del av hårdgjord yta med mycket privat bebyggelse och den grönstruktur som fanns inom området var främst privat tomtmark. Vid platsanalysen identifierades ett område som intressant då det var ett grönområde som var beläget mitt i den rödmarkerade zonen markerat med en svart ring (se figur 13) och inte visade på ett tydligt användningsområde. Eftersom området bestod av en mindre andel grönstruktur som inte var privatägd kan det långsiktigt vara fördelaktigt att dagvattenhanteringssystemet även inkluderar åtgärder som regnträdgårdar i gatustrukturen liknande de som presenterades i det goda exemplet Rosendal i Uppsala, Sverige där en stor infrastrukturinvestering påbörjas och grönstruktur anläggs. Regnträdgårdar kan minska belastningen inom området genom att fördröja dagvattnet vid sidan av gatorna i området samt möjliggör det även rening av dagvattnet genom biofiltrering. Regnträdgårdar kan även bidra med att tillföra vegetation till området samt genererar flera positiva värden för de boende (Richards., Williams, Fletcher, Farrell, 2017).

Område 2 identifierades under platsanalysen som lämpligt för att användas som ett fördröjningsområde för dagvatten och uppfattades

som oanvänt då det inte identifierades några tecken på att någon form av aktivitet bedrevs. Vid vidare studier krävs dock en studie kring vad de boende i området prioriterar för värden och vilka områden som de uppfattar som essentiella för området. Området kan uppfattas som en viktig del i stadsstrukturen av de boende och det är därför viktigt att området kan utvecklas tillsammans med de boende liknande det arbete som utfördes i Tåsinge plads. Området har en area på 874 kvadratmeter och kan genom att sänkas 5 cm fördröja den regnmängd som SMHI definierar som en stark regnmängd. Om området skulle sänkas ytterligare ger det möjligheten att även fördröja regnmängder som transporterats bort från andra delar av området genom öppna kanaler. Beräkningarna har som syfte att bistå med en översikt över hur stor vattenmängd som området skulle ha möjlighet att fördröja. Området är beläget på en sluttning vilket gör att vidare beräkningar och studier kring vattenflöden kommer att krävas för att slutligen beräkna den regnmängd som kan fördröjas.



Figur 16: Bilden visar ett grönområde beläget i ett av det specifikt utsatta områdena vid kraftiga regn (markerat med svart ring på figur 13) (Balke, 2019)

Område 3

Vid platsanalysen undersöktes även möjligheten att implementera åtgärder vid ett grönområde som befann sig i direkt anslutning till område 2. Att placera åtgärder på platser utöver de som är specifikt utsatta vid kraftigt regn är en viktig del i arbetet med systemlösningar då det kan minska belastningen på de områden där vattenansamlingar skapas. Ett arbetssätt där en systemlösning utvecklas i Kulltorp gör det möjligt för kommunen att implementera flera mindre åtgärder som kan minska belastningen på område 1 och 2 där stora vattenansamlingar skapas. Figur 17 visar område 3 som ligger vid sidan av kanalen och i nära anslutning till område 2 som presenterades ovan. Åtgärder som placeras i närheten av de områden där vattenansamlingar skapas kan minska belastningen på de specifikt utsatta platserna inom Kulltorp genom att fördröja dagvatten. Det gör det även möjligt att arbeta efter ett liknande system som presenterades i Rabalderparken, Augustenborg och Rosendal där dagvatten vid kraftiga regnmängder som överstiger kapaciteten för ett fördröjningsområde kan transporteras till område 3 för att fördröjas. En synlig dagvattenhantering gör det även möjligt att sprida kunskap till de boende då det i dagens läge endast finns ett underjordiskt dagvattenhanteringssystem. Det som skiljer en systemlösning i området från ett arbetssätt platslösningar där

enskilda åtgärder används är att de tre olika områdena som presenteras kan samverka och minska belastningen på till exempel område 1 där en lekplats är placerad genom att i första hand transportera dagvatten genom öppna kanaler till område 3 men även till område 2.



Figur 17: Bilden visar ett potentiellt område för att anlägga åtgärd som avlastar det specifikt utsatta området markerat på den östra sidan av Figur 15 (Balke, 2019)

Kanalen

Kanalen (se figur 18) som är belägen i området kan inte verka som en uppsamling för dagvatten i området enligt Malin Åberg och är enligt henne inte orsaken till översvämningar i området eftersom den är uppvallad (personlig kommunikation, 12 april 2019). Men den bidrar till problematiken genom att den skapar en “inhängning” av området vilket gör att vattenansamlingar skapas. Den är även markerad på tidigare nämnda skyfallskartan. Liknande Augustenborg kan det vara möjligt att implementera öppna kanaler på den lägre sidan av kanalen i riktning mot Kulltorp för att leda dagvatten till specifika uppsamlingsplatser vid kraftiga regn. Eftersom området består av flera privata villor begränsar det möjligheterna att implementera åtgärder i området och därför kan en lösning liknande Augustenborg i Malmö och Rabalderparken i Roskilde vara lämplig för att transportera vatten till ett grönområde där det kan fördröjas. Därför är det viktigt att vattnet har en möjlighet att transporteras bort eller har förutsättningar att fördröjas vid en ihållande regnperiod.



Figur 18: Bilden visar kanalen som är belägen i området med Kulltorp på den norra sidan (Balke, 2019)



Figur 19: Bilden visar den geografiska avgränsningen vid platsanalysen samt var de identifierade områdena är placerade (Lantmäteriet, 2019)

6

Diskussion och Reflektion

6.1 Diskussion

Denna uppsats har haft som syfte att främja användningen av systemlösningar som använder öppna dagvattenhanteringsåtgärder för att hantera stora vattenmängder till följd av kraftiga regn. Förändringar i den befintliga stadsstrukturen är ofta en kostsam process och det är därför viktigt att de förslag som presenteras är verklighetsförankrade och studerar de specifika förutsättningar som en plats har. Eftersom Kristianstads kommun ligger under havsnivå har kommunen unika förutsättningar som gör kommunen specifikt intressant vid frågor kring vatten inom den urbana miljön. Enligt Malin Åberg har en stor del av de åtgärder som implementerats fokuserat på att främja kommunens möjlighet att hantera den framtida höjningen av havsvattennivån (personlig kommunikation, 12 april 2019). För att slutligen analysera vilka åtgärder som kan vara lämpliga i Kulltorp, Kristianstad har tre frågeställningar studerats:

1. Hur kan grönstruktur främja möjligheten för en stad att hantera kraftiga regn?

För att främja användningen av systemlösningar och grönblå infrastruktur är det viktigt att en förändring av det traditionella tanke-och handlingsättet som har använts historiskt vid utvecklingen av vår urbana miljö sker. Det arbetssätt som tillämpats i områden som Augustenborg, Malmö och Rabalderparken, Roskilde som kommer diskuteras vidare nedan skiljer sig stort från det traditionella tanke- och arbetssättet då traditionella dagvattenhanteringssystem huvudsakligen använt underjordiska lösningar där dagvattenhanteringen inte är synlig för de boende i området.

När intresset för *nature-based solutions* har ökat har en önskan om att återskapa lösningar som tillämpas naturligt i ekosystem utvecklats bland beslutsfattare. Det ökade intresset för *nature-based solutions* gör tidpunkten för att utveckla arbetet med grönblå infrastruktur lämplig då det visar på att beslutsfattare uppmärksammar de positiva effekter som en samverkan mellan grönstruktur och blåstruktur inom den urbana miljön har på de som

är boende och verkar inom staden. Det har historiskt till viss del varit problematiskt att argumentera för grönblå infrastruktur eftersom de monetära vinsterna inte har varit tydliga (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013 s. 378). Forskning visar dock att urban grönstruktur ökar stadens resiliens mot kraftiga regn och ökar stadens möjlighet att återhämta sig efter oförutsedda händelser (Rottle & Yocom, 2010, s. 76). Skador som uppstår vid kraftiga regnmängder har 10 dubblats under de senaste 50 åren (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013 s. 378), det finns därför flera incitament för en ökad användning av grönstruktur inom den urbana miljön då detta har möjlighet att fördröja vatten och minska skadorna. Det finns även incitament för att implementera grönstruktur som har förutsättningar för att fördröja dagvatten då det har en möjlighet att effektivisera användningen av marken inom staden.

Malmö stad och Köpenhamns kommun poängterar i sina styrdokument kring skyfallshantering att det är mer kostnadseffektivt att klimatanpassa våra befintliga städer då kostnaderna som följer efter kraftiga regn och skyfall överstiger den kostnad som en kommun måste investera för att öka resiliensen inom staden (Malmö stad, 2017) (Københavns kommune, 2012). Vid åtgärder som använder *nature-based solutions* kan stadens

motståndskraft (resiliens) mot klimatförändringarna öka då det främjar stadens möjlighet att hantera en stor mängd vatten (Kazak, Chruściński, Szewrański, 2018). Vålfungerade ekosystem inom staden minskar som tidigare nämnt risken för att den befintliga stadsstrukturen inom staden skadas till följd av kraftiga regnmängder och kan därför resultera i monetära vinster för de kommuner som väljer att implementera grönblå infrastruktur. En samverkan mellan grönstrukturen och blåstrukturen inom staden kan även bidra till flera estetiska värden inom staden (Dudley, Mackinnon, Stolton, 2013 s. 378). Som tidigare nämnts har Kina utvecklat projektet "*Sponge city*" som visar hur påverkan urbana översvämningar har på de som är boende inom staden och hur viktigt det är att arbeta med grönblå infrastruktur. Projektet visar även att det finns flera hinder i arbetet med att implementera åtgärder och att det kan vara problematiskt att introducera stora förändringar i den befintliga stadsstrukturen som utvecklats under flera decennier (Ka Shun Chan, et.al., 2018). Dock kan projektet verka som ett startskott för vidare utveckling av den grönblå infrastrukturen i Kina vid den framtida stadsutvecklingen.

Förändringar tar lång tid och eftersom förändringar inom en stads infrastruktur är en kostsam process är det essentiellt att forskningen

inom ämnet fortsätter att utvecklas kring vilka åtgärder är mest lämpliga för en specifik miljö. Det finns en kunskapsbrist inom effekterna av grönbå infrastruktur enligt studier utförda i Newcastle, England och det kan därför vara viktigt att poängtera hur en yta som använder grönbå infrastruktur kan användas på flera olika sätt av flera olika användargrupper samt de ekosystemtjänster de kan bidra till (O'Donnell, Lamond, Thorne, 2017). Eftersom det ofta finns en stor konkurrens om marken inom en urban miljö är det för kommunerna fördelaktigt att gröonstrukturen och blåstrukturen inom staden samverkar för att skapa effektiva lösningar som kan fylla flera av de behov som finns inom stadens system.

2. Vilka goda exempel kan verka som inspiration för skyfallshantering i Kristianstad?

Vid identifieringen av de goda exempel som presenterades i kapitel 4 uppfattade jag själv att arbetssättet som tillämpats i Augustenborg, Malmö och Rabalderparken, Roskilde skiljer sig stort från det traditionella tankesättet som tillämpats historiskt. Vid utvecklingen av dessa platser har en prioritering av att synliggöra transportereringen av dagvatten gjorts och platserna har även utnyttjat de estetiska värden som vatten inom den urbana miljön har potential att bidra

till. Även Rosendal har arbetat innovativt med samverkan mellan flera olika åtgärder som tillsammans skapar ett system som innehåller flera olika åtgärder som kan hantera olika mängder regn. Det tanke- och arbetssätt som tillämpats främjar den dagliga dagvattenhanteringens möjlighet att förstärkas med ytterligare åtgärder vid kraftiga regn och skapar till följd av detta en systemlösning där flera åtgärder samverkar. Augustenborg, Rabalderparken och Rosendal har flera likheter och prioriterar att arbeta med gröonstruktur vid dagvattenhanteringen inom området då grönområden som till vardags kan användas för rekreation även kan omvandlas till ett fördröjningsområde för dagvatten.

Att vattenansamlingar skapas på en specifik plats kan vara ett resultat av att platsen är mottagare av vattenflöden från närområdet, åtgärder som placeras utanför det specifikt utsatta området kan därför vara effektiva för att minska belastningen på en specifik plats. Det kan därför, enligt de resultat studerade i denna uppsats, vara effektivt att använda systemlösningar vid dagvattenhanteringen inom staden då det gör det möjligt att implementera flera mindre åtgärder som inte resulterar i alltför stora förändringar i den befintliga stadsstrukturen.

Det är viktigt att beslutsfattarna har realistiska förväntningar vid implementeringen av åtgärder inom grönblå infrastruktur och att det finns en medvetenhet om att det kan krävas en uppoffring av den befintliga stadsstrukturen vid implementeringen av *nature-based solutions* och grönblå infrastruktur (Krauze & Wagner, 2019). Rabalderparken i Roskilde är ett exempel som visar hur man kan arbeta med platser som har flera användningsområden och hur ett område som merendels används i ett rekreativt syfte även har möjlighet att fördröja vatten vid behov. Det kan dock skapas konflikter om åsikterna skiljer sig kring hur ett område används på bästa sätt. Det är därför viktigt att studera goda exempel som de presenterade i Augustenborg, Rosendal, Tåsinge plads och Rabalderparken som visar att med en kunskapsbaserad planering där vattenflöden studeras kan flera mindre åtgärder placeras på lämpliga platser. När dagvatten transporteras bort genom traditionella metoder störs vattnets naturliga kretslopp, det är därför viktigt att inspireras av de system som naturen använder och använda fördröjning av dagvatten för att motverka att en vattenbrist inom staden uppstår (Krauze & Wagner, 2019).

Vikten av att inkludera grönstruktur inom den urbana miljön är i dagens läge benämnt i flera av Kristianstads kommuns

styrdokument som granskades men det är viktigt att de mål och riktlinjer som anges i styrdokumentet blir implementerat och realiserat. Flera kommuner däribland Köpenhamn, Uppsala, Roskilde och Malmö visar tydligt en önskan att utveckla arbetet grönblå infrastruktur och visar på att det är möjligt att implementera åtgärder i redan etablerade områden.

3. Hur kan ett lösningsförslag för skyfallshanteringen i Kulltorp (Kristianstad) se ut från ett systemperspektiv?

Den information som samlades in under arbetet med litteraturstudien i kapitel 3 och 4 utgjorde grunden för det lösningsförslag som presenterades i kapitel 5. Det tanke- och arbetssätt som användes har baserats på de systemlösningar som använts vid utvecklingen av Augustenborg, Rosendal och Rabalderparken där ett system av flera åtgärder samverkar för att främja möjligheten för området att hantera kraftiga regnmängder. Fallstudien utfördes i Kulltorp som enligt samtal med Kristianstads kommun var specifikt utsatt vid kraftiga regn, området består främst av villabebyggelse och en stor del av den mark som finns inom området är privatägd tomtmark. Det finns därför en potentiell brist inom lösningsförslaget då det i första hand har använt exempel på åtgärder inom tätbebyggelse som grund

för förslaget. Den analys av vilka åtgärder som kan vara lämpliga för Kulltorp bör därför betraktas som en början på en förstudie för hur en utveckling av områdets dagvattenhantering från ett systemperspektiv kan se ut.

Motivation och incitament hos beslutsfattare är essentiell för möjligheten att implementera åtgärder inom grönblå infrastruktur. Fallstudien visade att det finns en önskan inom Kristianstads kommun att utveckla den befintliga dagvattenhanteringen till att även inkludera grönblå infrastruktur. Flera av kommunens styrdokument visade på detta då de poängterar vilka fördelar som en samverkan mellan grönstruktur och blåstruktur kan bidra till.

Det finns flera olika exempel nationellt såväl som internationellt där grönblå infrastruktur använder naturlig fördröjning av dagvatten till exempel dagvattendammar och regnträdgårdar, det är dock min personliga uppfattning att enskilda åtgärder och platslösningar ofta använts istället för att se till hela området och studera hur flera olika åtgärder som kan samverka för att skapa en systemlösning. Att fokusera på befintliga grönområden gör det möjligt för kommuner som inte har omfattande resurser att investera i dagens läge att implementera mindre åtgärder på noggrant utvalda platser inom ett

område som är utsatt vid kraftiga regn för att skapa en systemlösning. Vid en studie av Kristianstads kommuns styrdokument identifierades en vilja inom kommunen att implementera åtgärder inom dagvattenhantering som även använder grönområden då kommunen i dagens läge har en låg andel grönstruktur inom tätorten i jämförelse med andra städer i Skåne. Kristianstads kommun har även ett unikt läge då det är delvis beläget under havsnivå och måste därför även hantera den framtida havshöjningen som kommer att påverka kommunen stort. Genom att implementera åtgärder inom dagvattenhantering som använder grönstruktur såväl som långsiktigt även anlägga ny grönstruktur förbättras luftkvaliteten i området samt att genom att öka antalet träd i området bidra till flera positiva effekter för området till exempel skuggning som sänker temperaturen under varma dagar. Användningen av vatten som resurs kommer även att bli mer märkbar och bidra till en ökad estetik i området, det finns även studier som visar att tillgång till natur sänker stressnivåer hos människor (Low, Gleeson, Green, Radovic, 2005, s.81).

Platsanalysen har utförts efter ett kvalitativt arbetssätt och har därför till stor del baserats på min egen uppfattning av vilka åtgärder som är lämpliga för Kulltorp såväl som de goda exemplen presenterade i

kapitel 4. De åtgärder som presenterades i kapitel 5 är baserade på de specifika förutsättningar som studerades i Kulltorp vid tidpunkten för platsanalysen och appliceringen av dessa behöver inte vara optimala att implementeras i områden som har andra förutsättningar.

6.2 Reflektion av metod och arbetsprocess

Denna uppsats har utgått från två olika metoder vid insamling av material. Den inledande delen av uppsatsen baserades på en litteraturstudie som studerade den befintliga forskningen som finns i dagens läge kring hur grönstruktur kan främja arbetet med dagvattenhantering inom en urban miljö. Då det finns en stor mängd artiklar som berör ämnet var avgränsning essentiellt vid insamlingen. Det finns flera åtgärder som fördröjer dagvatten och uppsatsen avgränsades därför till att fokusera på åtgärder som använder befintlig grönstruktur då den bidrar till flera positiva värden utöver dagvattenhantering. Litteraturstudien studerade även fyra goda exempel som användes som inspiration för lösningsförslaget i Kristianstads kommun. Urvalet av de goda exempel som presenterades baserades främst på hur de arbetat med systemlösningar där flera olika mindre åtgärder inom

dagvattenhantering samverkar och huruvida de uppfattas som lämpliga som inspiration för Kristianstads kommun.

Den andra delen av uppsatsen baserades på en fallstudie som utfördes i Kulltorp, Kristianstad. Lösningsförslaget har baserats på goda exempel som använder systemlösningar för dagvattenhantering inom en tät urban miljö trots att det område som studeras i kapitel 5 berör ett område som främst består av villabebyggelse. Anledningen till detta är att de exempel som identifierades och som prioriterade systemlösningar främst var placerade centralt i en tät stadsmiljö. Det behöver inte vara negativt och begränsa möjligheterna för förslaget att implementeras då åtgärderna som föreslås är placerade på befintliga grönområden men det gör dock att åtgärderna som presenteras i de goda exemplen måste anpassas till de förutsättningar som finns i Kulltorp. Det skulle stärkt uppsatsen om den hade kompletterats med en mer extensiv kvantitativ beräkning samt en lista där lämplig vegetation presenteras. Det saknas även konkreta exempel på hur lek och vatten kan kombineras för att skapa en god lekmiljö i område 1, tyvärr fick detta prioriteras bort på grund av tidsbrist. Valet att studera systemlösningar inom dagvattenhantering begränsade urvalet av goda exempel men har även bidragit till att

uppsatsen har möjlighet att bidra med kunskap om ett arbetssätt som inte är tillämplig i lika stor mån som platslösningar.

6.3 Slutsats

Då effekterna av klimatförändringarna har blivit mer märkbara har beslutsfattare börjat inse hur stora konsekvenser de kan resultera i samt hur stora skador som de förorsakar för både den befintliga infrastrukturen och den enskilda människan som bor i utsatta områden. Det finns därför flera incitament för att arbeta med åtgärder som ökar en stads motståndskraft mot de väderfenomen som kommer att bli mer frekventa i framtiden däribland kraftiga regn. Ämnet har blivit mer uppmärksammat och flera länder arbetar med att implementera åtgärder som använder *nature-based solutions* och grönbå infrastruktur för att naturligt fördröja dagvatten vilket är en indikation på att det kan bli mer vanligt i framtiden. Vatten bör beaktas som en resurs och har potential att öka estetiken i ett område, genom att implementera grönområden som har möjlighet att fördröja dagvatten kan en stad effektivisera markanvändningen. Denna uppsats har genom att studera möjligheterna för att utveckla en systemlösning inom dagvattenhanteringen i Kulltorp försökt att bidra med ett alternativt arbetssätt från det traditionella

underjordiska dagvattenhanteringssystem som idag används i området. Vid vidare studier bör relevanta personer med kunskap kring vattentekniska frågor samt vilken vegetation som är mest lämplig för ett område med Kulltorps specifika förutsättningar konsulteras för att utveckla lösningsförslaget ytterligare. Om området arbetar vidare med att utveckla dagvattenhanteringen inom området och ser till goda exempel som inspiration har Kulltorp potential för att öka sin motståndskraft mot de förändrade förhållanden som klimatförändringarna kommer att resultera i och motverka att området översvämmas vid kraftiga regn.

Referenser:

- Arheimer, B. & Lindström, G. (2014) Climate impact on floods: changes in high flows in Sweden in the past and the future (1911–2100). *Hydrology Earth System Sciences* (19), 771–784, 2015
- Bengtsson, L., Semadeni-Davies, A., Villarreal, E.L., (2004) Inner city stormwater control using a combination of best management practices. *Ecological Engineering* (22), 279–298
- Blecken, G., (2016) *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Bromma: Svenskt vatten
- Boverket, (2012) En urbaniserad värld. Hämtad 2019-04-15 från: <https://sverige2025.boverket.se/en-urbaniserad-varld.html>
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Stockholm: Liber AB
- Chen, Y., Samuelson, H.W., Tong, Z., (2016) Integrated design workflow and a new tool for urban rainwater management. *Journal of Environmental Management* (180), 45-51
- Dover, J.W., (2015) *Green infrastructure - incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments*. Earthscan from Routledge: New York
- Dudley, N., Mackinnon, K., Stolton, S., (2013) *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. United nations university press: New York
- Haghighatafshar, S., Nordlöf, B., Roldin, M., Gustafsson, L.G., le Cour Jansen, J., Jönsson, K., (2018) Efficiency of blue-green stormwater retrofits for flood mitigation – Conclusions drawn from a case study in Malmö, Sweden. *Journal of Environmental Management* (207), 60-69
- Ka Shun Chan, F., Griffiths, J.A., Higgitt, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y., Xu, Y., Colin R. Thorne, C.R., (2018) “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy*.

Kazak, J.K., Chruściński, J., Szewrański, S., (2018) The Development of a Novel Decision Support System for the Location of Green Infrastructure for Stormwater Management. *Sustainability* 10(12), 4388; doi:10.3390/su10124388

Krauze, K., Wagner, I., (2019) From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city. *Science of the Total Environment* (655), 697–706

Københavns kommune, (2012) *Københavns Kommunes SkybrudSplan 2012*. Köpenhamn: Københavns Kommune

Københavns kommune, (2014) *Tåsinge plads 2014*. Köpenhamn: Københavns kommune

Klimattilpassning, (2015a) Kun skybrud fylder skaterbanen i Roskilde. Hämtad: 2019-04-15 från: <https://www.klimatilpasning.dk/cases-overview/kun-skybrud-fylder-skaterbanen-i-roskilde>

Klimattilpassning, (2015b) Skybrudsløsning skaber nyt, flot byrum på Østerbro

Hämtad: 2019-03-21 från: <https://www.klimatilpasning.dk/cases-overview/groen-skybrudsloesning-skaber-nyt-flot-byrum-paa-%C3%B8sterbro/>

Kristianstads kommun, (2019) *Grönplan 2019*. Kristianstad: Kristianstads kommun

Kristianstads kommun, (2017a) *Grönstrategi 2017*. Kristianstad: Kristianstads kommun

Kristianstads kommun, (2017b) *Grönplan 2017 - analyser*. Kristianstad: Kristianstads kommun

Kristianstads kommun, (2013) *Sammanfattning av Översiktsplan 2013 Kristianstads kommun*. Kristianstad: Kristianstads kommun

Kristianstads kommun, (2010) *Dagvattenpolicy för Kristianstads kommun*. Kristianstad: Kristianstads kommun

Low, N., Gleeson, B., Green, R., Radovic, D. (2005) *The green city – sustainable homes, sustainable suburbs*. Routledge taylor & francis group UNSW press: New York

Malmös landskaber, (u.å) Tåsinge Plads i København. Hämtad: 2019-03-21 från: <https://www.malmos.as/projekt/taasinge-plads-koebenhavn/>

Malmö stad, (2017) *Skyfallsplan för Malmö*. Malmö: Malmö stad

Malmö stad, (u.å.) Lokal dagvattenhantering. Hämtad 2019-04-15 från: http://malmo.se/download/18.5d8108001222c393c008000142434/fb59_dagvatten_final.pdf

The National Association of City Transportation Officials (2017a) *Reconstructing Streets for Stormwater*. Hämtad 2019-04-15 från: <https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/planning-for-stormwater/reconstructing-streets-stormwater/>

The National Association of City Transportation Officials (2017b) *Urban Street Stormwater Guide: Solving the Street Design Puzzle*. Hämtad 2019-04-15 från: <https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/planning-for-stormwater/solving-street-design-puzzle/>

Naturvårdsverket (2004) *Humanekologiska perspektiv på hållbar produktion och konsumtion - Helhetssyn på integrerad produktpolicy (IPP)*. Stockholm: Naturvårdsverket

O'Donnell, E. C., Lamond, J. E., Thorne, C. R., (2017) Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, 14:9, 964–971

Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., (2017) *Grönataktandboken - Växtbädd och Vegetation*. Stockholm: Vinnova

Ridley, D. (2012). *The Literature Review: a step-by-step guide for students* (2. ed.). Singapore: SAGE.

Roskilde kommune (2018) Klimatilpasning: Planer og projekter.

Hämtad 2019-04-15 från:

<https://roskilde.dk/kommunen/kommunen-i-udvikling/klimatilpasning-planer-og-projekter>

Rottle, N., Yocom, K., (2010) *Ecological design*. Ava academia: London ISBN: 978-2-940411-44-3

Richards, P.J., Williams, N.S.G., Fletcher, T.D., Farrell, C., (2017) Can raingardens produce food and retain stormwater? Effects of substrates and stormwater application method on plant water use, stormwater retention and yield. *Ecological Engineering* (100), 165–174

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2018) Öppen dagvattenhantering i Malmöstadsdelen Augustenborg, fördjupning.

Hämtad 2018-02-11 från:

<https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/oppen-dagvattenhantering-i-malmostadsdelen-augustenborg-fordjupning-1.115721>

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2015)

Nederbördsintensitet. Hämtad 2018-05-05 från:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbordsintensitet-1.19163>

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2018a) Skyfall i Sverige nu och i framtiden – ny kartläggning.

Hämtad 2018-05-16 från: <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/skyfall-i-sverige-nu-och-i-framtiden-ny-kartlaggning-1.129420>

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2018b) Vallar skyddar mot framtida översvämning i Kristianstad, fördjupning.

Hämtas: 2019-08-04 från:

<https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/vallar-skyddar-mot-framtida-oversvamning-i-kristianstad-fordjupning-1.115922>

Schwecke, M., Simmons, B., Maheshwari, B., (2007). Sustainable use of stormwater for irrigation case study: Manly Golf Course. *The Environmentalist*. 27. 51–61

Statistiska centralbyrån, (2015) Urbanisering – från land till stad.

Hämtad: 2019-04-15 från: <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2015/Urbanisering--fran-land-till-stad/>

Sörelius, H., Andersson, L., Fransson, A., Stål, Ö., Fridell, K., Bodin Sköld, H., Boström, C., Rosenlund, H., Alvem, B., Embrén, B., (2017) Klimatsäkrade systemtor för urbana miljöer – referensanläggningar och studier i urban miljö. Stockholm: Vinnova
<http://klimatsakradstad.se/media/2017/10/Klimatsakrade-systemtor-for-urbana-miljoer-referensanlaggningar-och-studier-i-urban-milj.pdf>

Svenskt vatten, (2018) Skyfallens ABC. Hämtad 2019-04-15 från: http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf

Thynell, A., Fridell, K., (2018) Grönblå infrastruktur – hållbar dagvattenhantering i gaturum. *Gröna fakta* (7)

Uppsala kommun, (2019) FAQ om grönblå dagvattensystem. Hämtad 2019-05-04 från: [https://bygg.uppsala.se/planerade-](https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/rosendal/hallbarhet-och-innovation/rosendals-gronbla-dagvattensystem/faq-om-gronbla-dagvattensystem/)

[omraden/rosendal/hallbarhet-och-innovation/rosendals-gronbla-dagvattensystem/faq-om-gronbla-dagvattensystem/](https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/rosendal/hallbarhet-och-innovation/rosendals-gronbla-dagvattensystem/faq-om-gronbla-dagvattensystem/)

Va syd, (2008) Ekostaden Augustenborg - en dagvattenvandring.

Hämtad: 2019-03-22 från: https://www.vasyd.se/-/media/Documents/Informationsmaterial/Vatten-och-avlopp/Dagvatten/Augustenborg_2008_sv_webb.pdf

Winston Sprin, A. (1984) *City and Nature. Sustainable urban development reader. second edition.* Abingdon: Urban reader series

Wihlborg, M., Sörensen, J., Alkan Olsson, J., (2019) Assessment of barriers and drivers for implementation of blue-green solutions in Swedish municipalities. *Journal of Environmental Management* (233), s. 706 - 718

